

STEFAN SCHLESIER

Entwicklung und prototypische Realisierung einer Datensicherungsstrategie für Einzel- und Mehrfachdatenträger

Bachelorarbeit

Hochschule Mittweida (FH)
University of Applied Sciences



Mathematik/Naturwissenschaften/Informatik
Mittweida 2010

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. U. Schneider
Zweitprüfer: Dipl.-Math. C. Schwerin
Vorgelegte Arbeit wurde eingereicht am: 24.11.2010

Bibliographische Beschreibung:

Schlesier, Stefan

Entwicklung und prototypische Realisierung einer Datensicherungsstrategie für Einzel- und Mehrfachdatenträger. – 2010. – 69 S.

Mittweida, Hochschule Mittweida (FH),

Fachbereich Mathematik/Naturwissenschaften/Informatik, Bachelorarbeit, 2010

Referat:

Ziel der Bachelorarbeit ist es, eine Taktik zu entwickeln, mit deren Hilfe Datensicherungsvorgänge weiter optimiert werden können. Dabei soll eine zusätzliche Strategie für den Wechsel des Sicherungstyps bei der Datensicherung erdacht werden, um eine bessere Ausnutzung des zur Verfügung stehenden Speicherplatzes zu erreichen. Für die Datensicherung werden bestimmte Bedürfnisse vorgegeben. An allgemeinen und bereits verwendeten Strategien wird analysiert, ob es für das genannte Ziel schon Lösungen gibt und in wie fern diese nutzbar sind. Weiterhin soll die erarbeitete Strategie in der Sicherungssoftware mesoSAFE Backup umgesetzt und getestet werden.

Inhalt

| | |
|----------------------------------------------------------------------|-------|
| 1 Einleitung | 1 |
| 2 Datensicherung | 2 |
| 2. 1 Begriffserklärung | 2 |
| 2. 2 Speichermedien | 3 |
| 2. 3 Datensicherungsstrategien | 6 |
| 3 Konzeption und Realisierung einer Wechselstrategie | 11 |
| 3. 1 Voraussetzungen und Ziel | 11 |
| 3. 2 Analyse vorhandener Strategien | 13 |
| 3. 3 Beschreibung einer neuen Wechselstrategie | 18 |
| 3. 4 Verschiedene Wechselstrategien für einen Vergleich | 22 |
| 3. 5 Bewertung der Blockstrategie | 24 |
| 3. 6 Anwendungsfeld und Fazit | 38 |
| 4 Prototypische Umsetzung der Blockstrategie an mesoSAFE | 39 |
| 4. 1 Beschreibung mesoSAFE | 39 |
| 4. 2 mesoSAFE Backup Software | 41 |
| 4. 3 Umsetzung der Blockstrategie in mesoSAFE Backup | 41 |
| 4. 4 Test und Auswertung der Blockstrategie an mesoSAFE Backup | 44 |
| 5 Zusammenfassung und Ausblick | 48 |
| Anhang | I |
| Abbildungsverzeichnis | XI |
| Tabellenverzeichnis | XIII |
| Quellenverzeichnis | XIV |
| Selbstständigkeitserklärung | XVIII |

1 Einleitung

Im Laufe der menschlichen Evolutionsgeschichte hat sich eine Eigenschaft herausgebildet, die bis heute eine sehr wichtige und große Rolle für die Entwicklung des Menschen spielt: das Bedürfnis, Informationen konsistent zu machen, um diese weiterzugeben und für die Nachwelt zu erhalten. Diese Eigenschaft stellt einen Schlüsselfaktor für die ständige Weiterentwicklung des Menschen in Hinblick auf Technologien und soziales Verhalten in Vergangenheit und Gegenwart dar.

Vor allem in der Vergangenheit wurden Informationen in Form von Schrift auf verschiedenen Schreibmaterialien gesammelt. Im digitalen Zeitalter ist dieses Bedürfnis relativ einfach zu befriedigen, da auf Grund der Technologie Informationen und Daten mit wenig Aufwand gespeichert und damit beständig gemacht werden können. Die Vereinfachung von Datenspeicherung hat allerdings zur Folge, dass nicht mehr nur wichtige Daten gespeichert werden, sondern alle Daten, die irgendwann anfallen. Weiterhin hat jeder die Möglichkeit, Daten aufzuheben und am heimischen Rechner zu speichern. Es kommt zu einem sehr schnellen und großen Wachstum der Datenmengen.

In einem Artikel über das Datenwachstum wird eine Studie beschrieben, die das weltweite Datenwachstum im letzten Jahr untersuchte und Prognosen für die kommenden Jahre gibt. Diese Studie wurde vom Hersteller von Hard- und Software für Speichersysteme und Datenmanagement EMC mit Sitz in den USA in Auftrag gegeben und von der International Data Corporation (IDC) durchgeführt. Inhalt dieser Studie ist die Beschreibung des Datenwachstums im Jahr 2009. Dabei wurde die Menge der digitalen Daten und Informationen im Jahr 2009 auf 800 Milliarden Gigabyte oder 0,8 Zettabyte berechnet. Dies entspricht einem Wachstum von 62% im Vergleich zum Vorjahr. Damit wird gezeigt, dass auch die weltweite Wirtschaftskrise keinerlei Auswirkung auf das Datenwachstum hatte. Als Prognose für das Jahr 2010 wird ein Datenwachstum bis 1,2 Zettabyte angegeben. Ein interessanter und zugleich erschreckender Aspekt ist, dass bereits heute 35% mehr Daten und Informationen entstehen, als Speicherkapazität vorhanden ist. Dieser Wert soll in den nächsten Jahren auf über 60% steigen. Außerdem wurde ermittelt,

dass mehr als 70% der Daten von privaten Nutzern stammen, während nur ca. 30% von Unternehmen kommen.

(Telekompresse; (06.05.2010))

Diese immensen Mengen von Daten müssen differenziert und je nach Priorität gesichert werden. Aus diesem Grund spielt das Thema Datensicherung bereits jetzt und vor allem in Zukunft eine sehr große Rolle.

Um große Datenmengen sicher und optimal zu speichern, werden eine Reihe von Sicherungsstrategien angeboten, die es ermöglichen, Daten mit mäßigem Aufwand in Hinblick auf Speicherkapazität zu sichern. In Anbetracht der für die kommenden Jahre vorausgesagten riesigen Datenmengen ist es notwendig, auch für die Datensicherung weitere Optimierungsmöglichkeiten hinsichtlich der Ausnutzung des Speicherbedarfs und der Erweiterung der Strategien zu entwickeln.

2 Datensicherung

2. 1 Begriffserklärung

Datensicherung beschreibt einen Begriff aus der digitalen Welt und bezeichnet das Anlegen einer Kopie von Daten oder ganzen Systemen eines Datenträgers auf einem anderen. Die gesicherten Daten werden als Datenkopie oder häufig auch als Backup bezeichnet. Der Zweck einer Datensicherung besteht darin, Daten im Bedarfsfall rekonstruieren zu können. Dieser Vorgang wird als Datenwiederherstellung oder Restore bezeichnet. Der Vorgang der Datensicherung soll vor allem vor Datenverlusten schützen. Diese können folgende Ursachen haben:

- Zerstörung des Datenträgers durch Feuer, Wasser oder Überspannung
- Diebstahl von Datenträgern mit wichtigen und geheimen Informationen
- Zerstörung von Daten durch Anwendungsfehler seitens der Benutzer
- Zerstörung von Daten durch Angriffe von Viren, Würmern oder trojanischen Pferden
- Zerstörung der Daten durch logische Fehler in der Software

All diese Ursachen machen es notwendig, Daten zu sichern und damit konsistent zu halten. Die Umsetzung der Datensicherung lässt sich in zwei große Gebiete teilen. Zum Einen besteht die Möglichkeit der manuellen Datensicherung durch einfaches Kopieren, zum Anderen kann der Vorgang durch Benutzung einer Backup Software automatisiert werden. Im zweiten Fall kommen verschiedene Möglichkeiten oder Strategien der Datenspeicherung in Frage. Hierbei spielen vor allem Kriterien der Datensicherungseffektivität eine Rolle. Wichtige Aspekte sind der zeitliche Aufwand bei der Datenspeicherung, die Größe der gespeicherten Daten bzw. der Speicherbedarf und die Wiederherstellbarkeit der Daten. Um die Sicherheit vor äußeren Einflüssen zu gewährleisten, bedarf es einer lokalen Trennung zwischen zu sichernden und gesicherten Daten. Eine weitere wichtige Frage sowohl bei der manuellen als auch bei der automatischen Datensicherung ist die nach dem Zielmedium. Hierbei gibt es eine Reihe von verschiedenen Datenträgern, welche sich meist nur für bestimmte Bedürfnisse eignen. Beispielsweise muss für die Sicherung einer großen Partition ein Datenträger mit ausreichend Speicherplatz verwendet werden.

Datensicherung durchzuführen ist eine freiwillige Sache für private Haushalte und Personen. Für Unternehmen jedoch gibt es gesetzliche Grundlagen, die Datensicherung zur Pflicht erklären. Durch Automatisierung und Digitalisierung vieler datenarchivierender Vorgänge wurden Gesetzesgrundlagen geschaffen, welche vorschreiben, wie lange verschiedene, meist geheime und persönliche Daten aufgehoben werden müssen. Um diesen gesetzlichen Regelungen nachzukommen, ist eine sichere Datenhaltung unausweichlich.

(LA-Hacibilal; (04.07.2003), proDatenrettung; (a), Wikipedia; (b))

2. 2 Speichermedien

Als Speichermedien werden Datenträger bezeichnet, auf die digitale Daten und Informationen gespeichert werden können. Dabei gibt es sehr verschiedene Typen von Speichermedien, welche sich stark in Bauart, Art und Weise der Speichertechnologie, Größe der Speicherkapazität, physikalischer Größe und Lebensdauer unterscheiden. Diese unterschiedlichen Ausprägungen der

Speichermedien liegen in den genau so unterschiedlich ausgeprägten Bedürfnissen für die Speicherung von Daten begründet.

Eine erste und einfache Möglichkeit stellt die Festplatte dar. Datensicherung auf einer Festplatte funktioniert immer schnell und unkompliziert. Unterscheiden muss man hierbei zwischen internen Festplatten, welche in ein Computersystem direkt eingebaut sind und externen Festplatten, die beweglich sind und von außen an ein bestehendes System angesteckt werden. Bei internen Festplatten ist die Datensicherung unkompliziert und schnell ausführbar, da ein interner Datenträger fest im Betriebssystem verankert ist und somit keine Probleme mit Zielpfaden entstehen können. Allerdings kann hierbei die örtliche Trennung zwischen zu sichernden und gesicherten Daten nur durch ein Netzwerk von mehreren Rechnern oder Servern realisieren werden. Für eine lokale Datensicherung geht dies nicht. Externe Festplatten machen es dagegen möglich, das Speichermedium über verschiedene Anschlüsse an verschiedene Geräte anzuschließen. Sie sind klein, leicht und robust gebaut. Über USB, Firewire oder eSATA können solche Datenträger an Systeme angeschlossen und genutzt werden. Auch hiermit kann schnell und einfach eine Datensicherung durchgeführt werden. Zu beachten ist, dass der Datenträger im Betriebssystem unterschiedliche Pfade oder Laufwerksbuchstaben haben kann. Dies muss bei der Datensicherung bedacht werden. In Hinblick auf interne Festplatten haben externe einen entscheidenden Vorteil: sie können bei lokalen Datensicherungen nach dem Sicherungsvorgang abgezogen und örtlich getrennt gelagert werden.

(Baumann, Andreas; (b), ITWissen; (b), Wikipedia; (c))

Eine weitere Möglichkeit der Datensicherungsmedien stellen die USB-Memory Sticks dar. Diese verwenden Flashspeicher, welche digitale Daten in persistenter Form bei geringem Energiebedarf speichern können. Derartige Speichermedien sind klein, kostengünstig, robust, extern zu nutzen und einfach einzusetzen. Sie verfügen jedoch nur über kleine Speicherkapazitäten. Aufgrund der kleinen Bauweise und externen Nutzung ist eine örtliche Trennung der gesicherten Daten sehr leicht möglich. Auch hier muss darauf geachtet werden, dass ein Gerät im Betriebssystem über verschiedene Pfade verfügen kann. (Baumann, Andreas; (b), Wikipedia; (d))

CD- oder DVD-Medien sind weitere Datenträger, um Daten zu sichern. Auch sie sind klein, kostengünstig und einfach einzusetzen, haben aber ebenfalls das Problem, auf eine gewisse Speicherkapazität beschränkt zu sein. Überlegenswert ist der Punkt, wiederbeschreibbare CD- oder DVD-Medien zu nutzen. Dies empfiehlt sich vor allem bei häufigen Datensicherungen. Aufgrund der einfachen Austauschbarkeit ist bei diesen Medien eine örtliche Trennung der gesicherten Daten sehr leicht möglich. In Hinsicht auf die Haltbarkeit stehen diese Medien allerdings hinter Festplatten und USB-Memory Sticks an.

(Baumann, Andreas; (b), Wikipedia; (b))

Für Unternehmen, die über eigene Server und ein eigenes Netzwerk verfügen, ist die Datensicherung über das Netzwerk auf Sicherungsservern eine gute Lösung. Dabei ist eine örtliche Trennung der Daten von vornherein gewährleistet. Außerdem können Datensicherungen jederzeit durchgeführt werden, ohne die Speicherkapazität berücksichtigen zu müssen. An dieser Stelle wird stellvertretend für eine Reihe von Netzwerk-Speichersystemen auf Network Attached Storages (NAS) eingegangen. Systeme wie Direct Attached Storage (DAS) oder Storage Area Network (SAN) werden aufgrund des Umfangs dieser Arbeit nicht näher erläutert. NAS stellen einfache Speichermöglichkeiten zur unabhängigen Bereitstellung von Speicherkapazität in Netzwerken dar. Diese werden auch oft zur Datensicherung innerhalb von Netzwerken genutzt.

(ITWissen; (b), ITWissen; (d), ITWissen; (f))

Bandlaufwerke gehören zu den schon lange benutzten Datenträgern. Dabei werden die Daten auf Magnetbändern abgespeichert. Die Bandlaufwerke werden heutzutage hauptsächlich zur Datensicherung von Servern genutzt und haben den Vorteil, große Speichermengen aufnehmen zu können. Auf Grund ihrer langsamen Zugriffszeiten auf bestimmte Daten innerhalb einer Datensicherung werden sie vorrangig zur Archivierung von Daten verwendet.

(Baumann, Andreas; (b), ITWissen; (a), Wikipedia; (a))

RAID ist die englische Abkürzung für redundant array of independent disks. Übersetzt heißt dies redundante Anordnung von unabhängigen Festplatten. Ein RAID besteht aus mindestens zwei Festplatten. Diese werden hardwaretechnisch

durch einen Controller oder softwaretechnisch zu einem Verbund zusammengeschlossen und bilden ein logisches Laufwerk. Dadurch wird eine höhere Datenverfügbarkeit bei Ausfall einer RAID-Festplatte erreicht. Außerdem hat ein solches System einen größeren Datendurchsatz als ein einzelnes System. Die Grundidee eines RAID-Systems besteht darin, bewusst redundante Daten zu erzeugen, um bei einem Ausfall einzelner Komponenten die Datenintegrität und Funktion zu erhalten. RAID stellen allerdings keine reinen Speichermedien zur Datensicherung dar.

(ITWissen; (d), Wikipedia; (e))

Die genannten Medien stellen nur einen Teil der heute üblichen Datenträger zur Datensicherung dar. Da sich das Bedürfnis, Datensicherungen durchzuführen, in verschiedenen Branchen unterschiedlich ausgeprägt hat, werden heutzutage meist speziell angepasste Lösungen genutzt. So werden mitunter verschiedene Medien in Kombination verwendet werden, um die Sicherheit der Daten zu gewährleisten.

2. 3 Datensicherungsstrategien

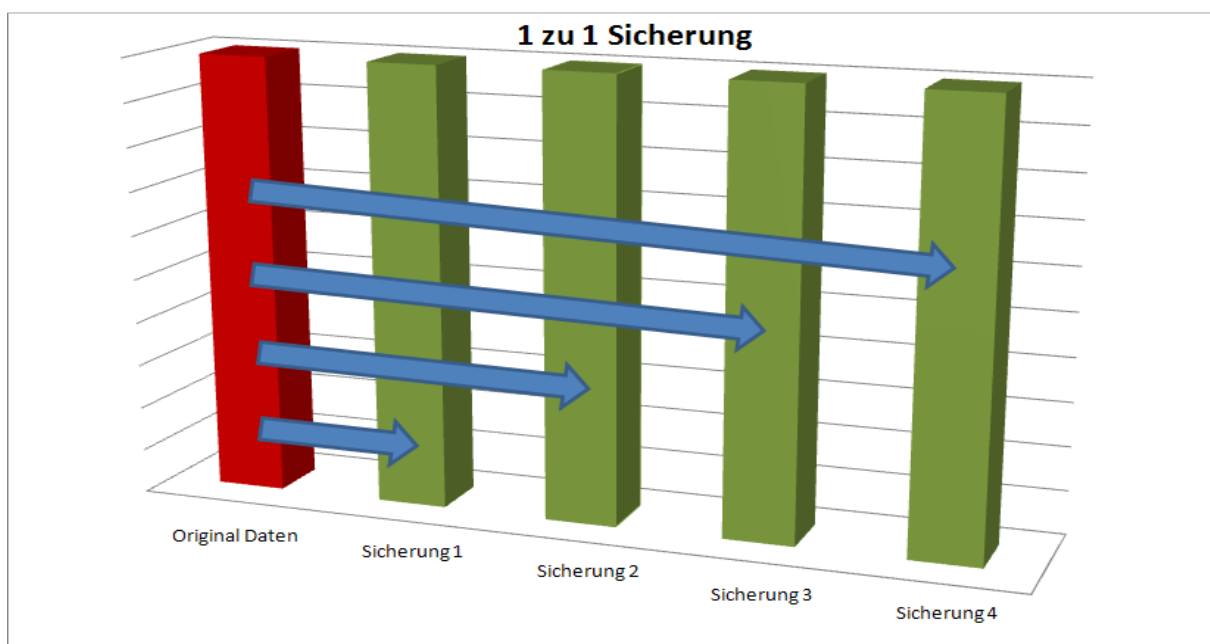
Unter Datensicherungsstrategien versteht man die Art und Weise, wie Datensicherungen durchgeführt werden. Dabei wird grundsätzlich zwischen vollständiger Datensicherung und inkrementeller Datensicherung unterschieden. Weiterhin findet die Datensicherung meist nach dem Generationsprinzip statt, wobei immer zu einem bestimmten Zeitpunkt eine neue Kopie der Daten angelegt wird. Die alten Kopien werden über drei Generationen hinweg aufbewahrt. Man spricht dabei von Großvater-, Vater- und Sohnkopie. Die verschiedenen Strategien bringen unterschiedliche Vor- und Nachteile mit sich, welche von der Beschaffenheit der Daten und / oder den zur Verfügung stehenden Sicherungsmedien abhängig sind. Heutzutage werden auch Kombinationen dieser verschiedenen Strategien verwendet, um optimal auf bestimmte Bedürfnisse einzugehen.

Die bekannteste und wohl einfachste Methode, Daten zu sichern, wird durch die sogenannte 1 zu 1 Sicherung oder Spiegelung beschrieben, welche in Abb. 1 grafisch dargestellt ist. Hierbei werden die zu sichernden Daten ohne Veränderung oder Komprimierung auf einem anderen Medium gesichert. Der Vorteil an dieser

Methode ist die unkomplizierte Möglichkeit, Daten zu sichern. Auch die Wiederherstellung der Daten beschreibt einen einfachen Prozess, da diese lediglich zurückkopiert werden müssen. Nachteilig ist allerdings der hohe Speicherbedarf, da bei jeder Sicherung komplett alle Daten abgespeichert werden. Dadurch ist vor allem bei großen Datenmengen der Zeitaufwand während der Sicherung zwar relativ gleichbleibend aber auch gleichzeitig sehr hoch. Aufgrund dieses Nachteils bietet sich die Spiegelung von Daten nur für kleinere zu sichernde Datenmengen an. Dabei muss gewährleistet sein, dass das Sicherungsmedium die Datenmengen fassen kann. Eine Erweiterung der 1 zu 1 Sicherung stellt der neuere Ansatz der Abbildsicherung oder Imagesicherung dar. Hierbei wird der gesamte zu sichernde Datenträger oder eine Partition durch ein 1 zu 1 Abbild gesichert. So werden nicht nur die Daten an sich sondern auch das gesamte Betriebssystem mit den persönlichen Einstellungen, sofern auf der gesicherten Partition existent, gespeichert. Bei einem Ausfall des Betriebssystems kann somit das ganze System zurückgespielt und der vorherige Zustand wieder erreicht werden. Dabei wird das Dateisystem in seiner Struktur wiederhergestellt bzw. die Verzeichnisse und Dateien des Images über einen Treiber in das aktuelle Dateisystem übernommen. Bei der Imagesicherung werden die Daten zusätzlich komprimiert, wodurch zumindest ein kleiner Teil der Speicherkapazität eingespart wird.

(Baumann, Andreas; (a), LA-Hacibilal; (04.07.2003), proDatenrettung; (b))

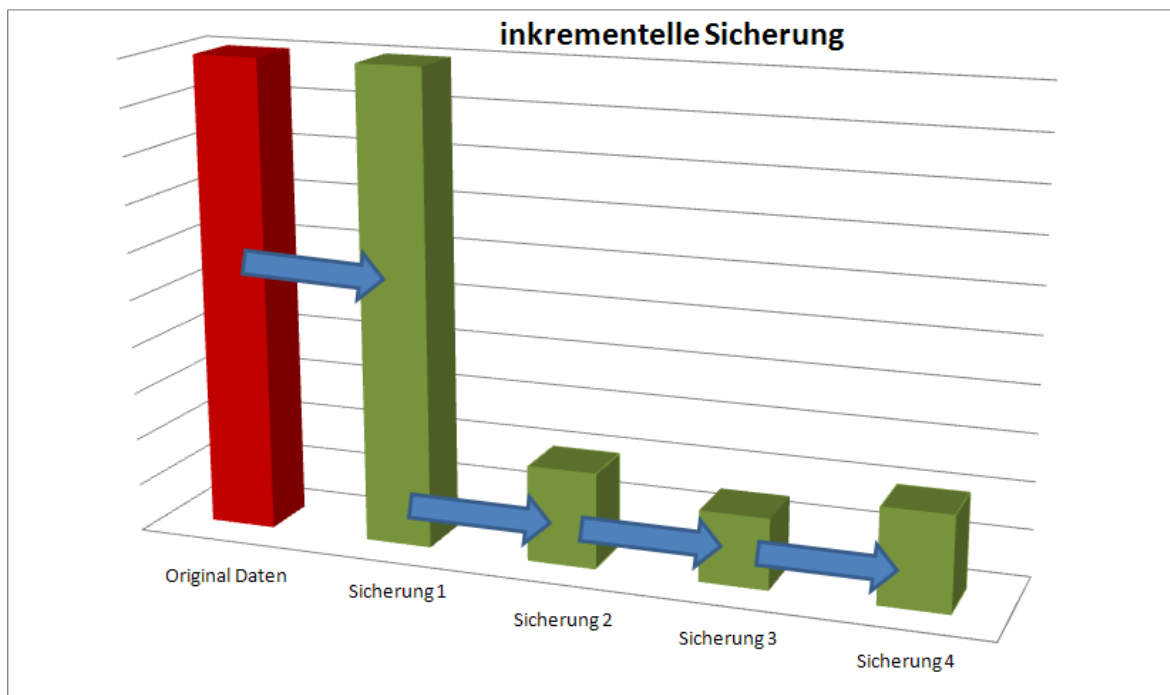
Abb. 1: Grafische Darstellung der 1 zu 1 Sicherung (angelehnt an Baumann, Andreas; (a))



Anders als die Spiegelung von Daten funktioniert die inkrementelle Datensicherung oder auch Zuwachsdatsicherung, siehe Abb. 2. Diese speichert nach einer kompletten Sicherung immer nur geänderte und neue Daten. Zusätzlich werden jene Daten meist komprimiert. Dabei baut jede Sicherung auf der vorangehenden auf, was bedeutet, dass nur jene Daten gesichert werden, welche sich seit der vorherigen Datensicherung geändert haben. Um diese Änderungen einfach zu überblicken wird mit einem Archivattribut oder einer Hashdatei gearbeitet. Am Anfang einer inkrementellen Datensicherung steht immer eine komplette Sicherung der Daten auf die sich alle folgenden inkrementellen Sicherungen beziehen. Der Sicherungsprozess wird sehr schnell ausgeführt und benötigt auch nur wenig Speicherplatz. Weiterhin verknüpft man das Prinzip der Generationssicherung mit der inkrementellen Datensicherung, um effektiver in Hinblick auf den Speicherbedarf zu arbeiten. Vor allem bei hoher Sicherungshäufigkeit ist diese Strategie günstig, da weniger Zeit und Speicherplatz beansprucht werden. Zur Wiederherstellung der Daten sind dann allerdings alle Sicherungen seit der letzten kompletten Datensicherung notwendig. Dadurch ist der Wiederherstellungsprozess sehr zeitaufwendig und kompliziert, da die einzelnen Datensicherungen zusammengesetzt und verglichen werden müssen.

(Baumann, Andreas; (a), LA-Hacibilal; (04.07.2003), proDatenrettung; (b), Wikipedia; (b), Daniel, Sun; (02.07.2003); (b))

Abb. 2: Grafische Darstellung der inkrementellen Sicherung (angelehnt an Baumann, Andreas; (a))



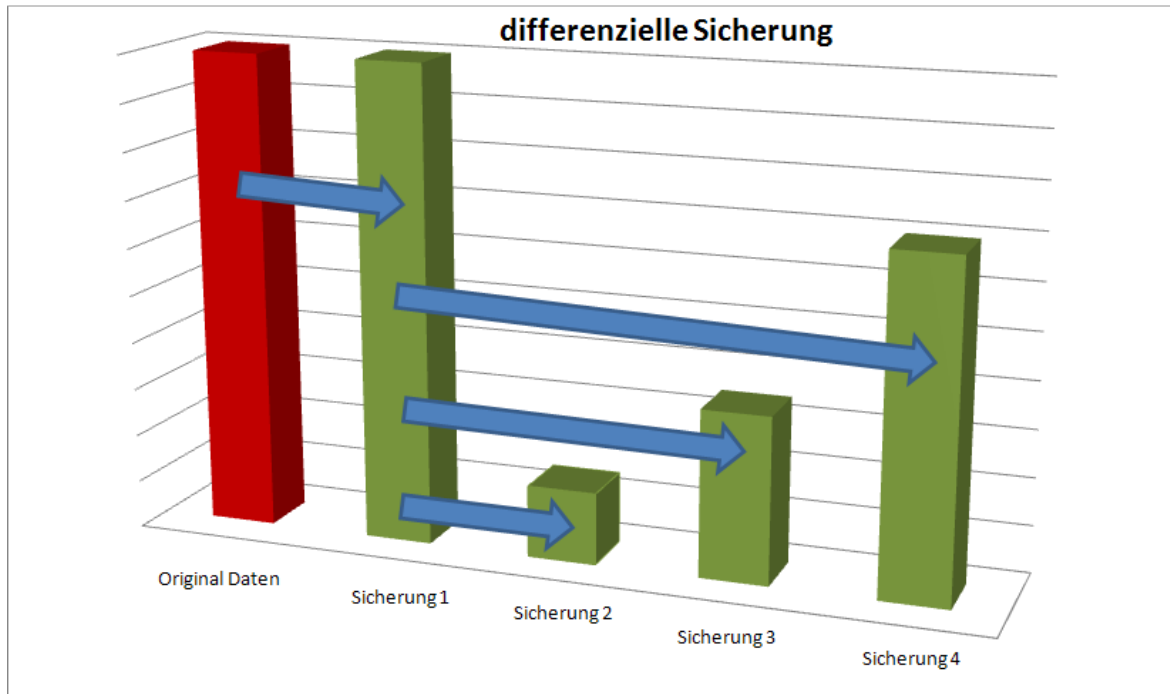
Eine weitere Methode der Datensicherung stellt die differenzielle Datensicherung, gemäß Abb. 3, dar. Diese gehört in die Kategorie der inkrementellen Datensicherung, arbeitet aber etwas anders. Hierbei wird am Anfang eine komplette Sicherung der Daten durchgeführt. Im weiteren Verlauf werden dann immer nur die Daten gespeichert, die sich zu dieser Komplettsicherung geändert haben oder neu hinzugekommen sind. Diese bilden eine Differenz, daher der Name differenzielle Sicherung. Die Daten selbst werden meistens zusätzlich komprimiert. Auch hierbei wird ein Archivattribut oder eine Hashdatei für die Feststellung der geänderten Daten genutzt. Diese Sicherungsmethode, verknüpft mit dem Generationsprinzip, ist hinsichtlich des Speicherbedarfs und der Speicherzeit weit effektiver als die 1 zu 1 Sicherung von Daten. Im Vergleich zur inkrementellen benötigt die differenzielle Sicherung allerdings etwas mehr Zeit und Speicherbedarf. Der Vorteil hierbei ergibt sich beim Wiederherstellungsprozess. Dieser ist geringfügig komplizierter als bei der Spiegelungsstrategie, aber wesentlich einfacher als bei der inkrementellen Sicherung. Zur Wiederherstellung einer differenziellen Datensicherung wird immer die zugehörige komplette Datensicherung benötigt. Damit können mit maximal zwei Sicherungen alle Daten wiederhergestellt werden. Dabei werden allerdings auch zwischenzeitlich schon gelöschte Daten zurückgesichert, was sich als Nachteil erweist. Zustande kommt dies durch die Nutzung des Archivattributes oder der Hashdatei, da hierbei die Daten nicht nach Name, Größe und Datum verglichen werden, sondern über Hashcodes. Vergleicht man die differenzielle Sicherung mit den anderen genannten Strategien, stellt diese einen Mittelweg zwischen hoher benötigter Speicherkapazität und einfacher Wiederherstellung der Daten, also zwischen 1 zu 1 Sicherung und inkrementeller Sicherung, dar.

(Baumann, Andreas; (a), LA-Hacibilal; (04.07.2003), proDatenrettung; (b), Wikipedia; (b), Daniel, Sun; (02.07.2003); (a))

Progressive Datensicherung arbeitet ähnlich der differenziellen Datensicherung (in Abb. 3 grafisch dargestellt). Ein Unterschied findet sich lediglich in der Art der Feststellung, welche Daten gesichert werden müssen. In der progressiven Datensicherung werden diese nicht über ein Archivattribut oder eine Hashdatei, sondern über den Namen, das Datum und die Größe der Datei ermittelt. Damit wird der Nachteil der Wiederherstellung bereits gelöschter Dateien ausgeräumt. Weiterhin

ist der Wiederherstellungsprozess zwar wesentlich exakter als bei der differenziellen Datensicherung, trotzdem aber etwas zeitaufwendiger.
(Baumann, Andreas; (a), proDatenrettung; (b),)

Abb. 3: Grafische Darstellung der differenziellen Sicherung (angelehnt an Baumann, Andreas; (a))



Diese vier genannten Datensicherungsstrategien in ihren verschiedenen Abwandlungen stellen die heutzutage meist benutzten Strategien dar. Bei Auswahl einer solchen Strategie steht immer die Frage nach benötigtem Speicherplatz und Zeitaufwand bei der Sicherung und Wiederherstellung von Daten im Vordergrund.

3 Konzeption und Realisierung einer Wechselstrategie

3. 1 Voraussetzungen und Ziel

Bei Betrachtung der verschiedenen Backupstrategien fällt auf, dass diese meist nur beschreiben, welche Daten bei einer Sicherung gespeichert werden sollen. Die Art und Weise der Sicherung dagegen wird nur selten erläutert. Dabei sind die Strategien dahin gehend ausgerichtet, einen möglichst effektiven Weg zu finden, den vorhandenen Speicherplatz für die Sicherung optimal auszunutzen. Weiterhin spielt die Wiederherstellung eine wichtige Rolle. Diese sollte möglichst einfach und mit wenigen Sicherungsdaten vollziehbar sein. Geringer Speicherbedarf und gute Wiederherstellung gesicherter Daten stellen somit zwei Schlüsselfaktoren für Backupstrategien dar. Grundidee ist, diese Strategien zu erweitern, um eine Optimierung des Speicherbedarfs für die Sicherung zu erzielen. Deshalb soll mit Hilfe einer besonderen Wechselstrategie für die Sicherungstypen, also Komplettsicherung, differenzielle Sicherung oder inkrementelle Sicherung, weiterer Speicherplatz gespart werden. Die Ermittlung eines Wechsellpunktes für den Sicherungstyp wird als Wechselstrategie bezeichnet. Der Wechsellpunkt stellt dabei den Zeitpunkt dar, an dem ein anderer Sicherungstyp als bisher verwendet wird. In Hinblick darauf kommen als Backupstrategien die differenzielle und die inkrementelle Sicherung in Frage. Bei einer 1 zu 1 Sicherung wäre ein solcher Wechsel nicht sinnvoll und darüber hinaus auch nicht möglich. Hingewiesen wird darauf, dass es nicht zu einer Vermischung der verschiedenen Sicherungstypen kommen darf. Gesucht wird lediglich ein Weg, diese Strategien unabhängig voneinander zu optimieren. Dazu werden folgende Voraussetzungen festgelegt:

- a) Unterstützung von inkrementeller, differenzieller Datensicherung
- b) Automatisierung des Wechselprozesses, sodass dem Nutzer kein Aufwand entsteht
- c) für den Sicherungsprozess stehen mehrere unabhängige Speichermedien zur Verfügung
- d) die Sicherung soll gleichzeitig als Archivierung der Daten dienen, daher soll kein Generationsprinzip verwendet werden

- e) Ausführung des Sicherungsprozesses solange, bis Zieldatenträger komplett mit Daten gefüllt ist, erst danach Rückbau (Rückbau bezeichnet das schrittweise Löschen von alten Sicherungsdaten, um Speicherplatz für neue zu schaffen)
- f) Backupstrategie soll sich an Größen der Sicherungsdaten orientieren und danach Wechsellpunkt ermitteln
- g) Die Sicherungshäufigkeit soll bei einer Sicherung pro Tag liegen

Um eine Wechselstrategie zu erarbeiten, stellt sich die Frage, von welchen Parametern ein solcher Wechsel abhängig sein könnte.

Als erster Parameter wird die Zeit betrachtet. Das bedeutet, es wird ein Wechsel des Sicherungstyps nach einem bestimmten, immer wiederkehrenden Zeitintervall durchgeführt. Ein solcher Wechsel erscheint bei regelmäßiger Datensicherung und kontinuierlichen Datenänderungen als logische und einfache Lösung. Nachteilig ist allerdings die schlechte Reaktionsfähigkeit hinsichtlich stark wechselnder Datenänderungen. So kann diese Strategie nicht auf starke Größenschwankungen der Sicherungsdaten reagieren, wenn ein Wechsel des Sicherungstyps einmal eher oder einmal später stattfinden müsste. Problematisch ist hier die Unabhängigkeit der Zeit in Hinblick auf die Größen der Datensicherungen.

Eine weitere Strategie für den Wechsel der Sicherungstypen orientiert sich deshalb an den Größen der einzelnen Sicherungsdaten. Diese Strategie lässt sich allerdings nur auf differenzielle Datensicherung anwenden und nicht auf inkrementelle, da hier nur Änderungen zur letzten Sicherung, unabhängig vom Sicherungstyp, gespeichert werden. Es werden solange differenzielle Sicherungen durchgeführt, bis ein bestimmtes Verhältnis zur kompletten, dazugehörigen Sicherung erreicht wird. Möglich wäre zum Beispiel ein Wechsel bei Erreichen eines Verhältnisses von 25% von differenzieller zu kompletter Sicherungsgröße. Dadurch ist eine Abhängigkeit zu den Datengrößen hergestellt, und es kann besser auf sehr stark wechselnde Änderungen dieser reagiert werden. Nachteil dieser Strategie ist, dass der Punkt, an dem ein Wechsel stattfinden soll, nur selten oder gar nicht erreicht werden könnte, da die Daten nur wenig geändert werden. Andererseits könnte das Verhältnis so gewählt werden, dass sehr viele Wechsel stattfinden. Dies kann dazu führen, dass

zu viele komplette Sicherungen durchgeführt werden und die Speicherkapazität nicht optimal ausnutzt wird.

Eine dritte Möglichkeit beschreibt eine Wechselstrategie, die sich an den Größen der Sicherungsdaten orientiert. Dabei ist diese sowohl für differenzielle als auch für inkrementelle Datensicherungen anwendbar. Es wird ein Wechsel des Sicherungstyps durchgeführt, wenn ein bestimmtes Verhältnis der Größe der kompletten Sicherung zur Summe der Größen aller zugehörigen differenziellen oder inkrementellen Sicherungen erreicht ist. Dadurch wird auch bei kleinen Datenänderungen der Wechsellpunkt erreicht.

3. 2 Analyse vorhandener Strategien

Bei der Suche nach Wechselstrategien in Backup-Software ist es notwendig, sich einzelne aktuelle Programme näher anzuschauen, da es nur wenige allgemeine Informationen darüber gibt. Grund dafür sind die meist speziell ausgeprägten Bedürfnisse der einzelnen Backupsysteme, so dass allgemeine Lösungen wenig Sinn machen. Der chronologische Wechsel nach einer Woche ist eine allgemeine Variante für eine Wechselstrategie. Dabei werden einmal pro Woche eine komplette und täglich eine differenzielle oder inkrementelle Sicherung durchgeführt. Bei näherer Betrachtung von Backup-Software lassen sich Hinweise oder auch genaue Beschreibungen zur Strategie finden. Dabei ist es wichtig zu ermitteln, welche genauen Bedürfnisse die Programme erfüllen und welche Umsetzung sie benutzen. Als Ergebnis soll eine Strategie gefunden werden, die für die genannten Voraussetzungen (Kapitel 3.1) nutzbar ist.

Im ersten Beispiel wird die Backup-Software Z-DBackup betrachtet. Diese unterstützt die Sicherung von ausgewählten Dateien und Verzeichnissen auf mehreren Datenträgern, beispielsweise auf Bändern. Dabei ist die Ausführung von kompletten, inkrementellen und differentiellen Sicherungen möglich. Für jede dieser Strategien werden spezielle Verteilungen auf den Datenträger und Wechsel der Sicherungstypen durchgeführt. Dabei wird von einer täglichen Datensicherung ausgegangen. Weiterhin arbeitet Z-DBackup nach dem Generationsprinzip. Es wird

jeweils montags bis freitags einmal auf verschiedenen Datenträgern gesichert. Die Sicherungen von Montag bis Donnerstag werden in der Folgewoche wieder überschrieben, die Freitagssicherung wird aufgehoben. Nun werden jeweils vier verschiedene Freitagssicherungen aufgehoben und erst danach wird die älteste wieder überschrieben. Damit wird eine Archivierung der Sicherungen bis etwa zu einem Monat erreicht. Die Freitagssicherungen sind immer komplette Sicherungen, während die von Montag bis Donnerstag differenziell oder inkrementell sind. Damit wird ein chronologischer Wechsel des Sicherungstyps nach vier differenziellen Sicherungen durchgeführt. Z-DBackup verfügt über die notwendigen Funktionen, um inkrementelle und differenzielle Datensicherungen auszuführen. Weiterhin findet die Software Anwendung für verschiedene Datenträger. Dabei sind sowohl Einzel- als auch Mehrfachdatenträger möglich. Auch die Sicherungshäufigkeit entspricht den Voraussetzungen (Kapitel 3.1). Die Strategie für den Wechsel des Sicherungstyps wird von der Software vorgegeben und automatisch ausgeführt. Bezüglich der Wechselstrategie erfolgt ein Wechsel nach vier Sicherungen. Bei Übertragung dieser Strategie auf die genannten Voraussetzungen entstehen folgende Nachteile: Der Wechsellpunkt orientiert sich nicht an den Größen der Sicherungsdaten, wodurch auf extreme Datenänderungen nicht gut reagiert werden kann. Weiterhin entstehen bei dieser Strategie sehr viele komplette Sicherungen, was sich negativ auf den Speicherbedarf auswirkt.

(Z-DBackup)

Als zweite Software soll True Image Home 2011 von Acronis bewertet werden. Auch diese Software bietet die Sicherung von Systemen, Daten und Verzeichnissen an. Der Nutzer kann zwischen inkrementeller, differenzieller und kompletter Sicherung auf Basis von Images wählen. Als Datenträger werden Festplatten, Wechseldatenträger, CD und DVD sowie FTP-Server unterstützt. True Image Home 2011 bietet verschiedene Backupstrategien und Datenträger an, hingegen keine spezielle Wechselstrategie für die jeweiligen Sicherungstypen. Dem Nutzer werden lediglich einige Empfehlungen hinsichtlich einer Wechselstrategie gegeben, die er manuell umsetzen kann. So wird darauf hingewiesen, dass bei großer Änderung der zu sichernden Daten eine inkrementelle Sicherung nicht sinnvoll ist, da diese unter Umständen die Größe einer kompletten Sicherung erreichen könnte. Deshalb sollte der Nutzer eine komplette Sicherung durchführen. Für die differenzielle

Sicherungsstrategie wird eine tägliche Sicherung mit einer wöchentlichen Komplettsicherung empfohlen. Angemerkt wird weiterhin, dass nach einer Defragmentierung eines zu sichernden Laufwerks eine differenzielle oder inkrementelle Sicherung nicht sinnvoll ist. Grund dafür sind die Veränderungen vieler Sektoren der Festplatte, wodurch die Sicherung viel Speicherplatz benötigen würde. Auch an diesem Punkt sollte der Nutzer eine Komplettsicherung durchführen. Ähnlich der oben genannten Software Z-DBackup sind einige der festgelegten Voraussetzungen (Kapitel 3.1) gegeben. So unterstützt die Software differenzielle und inkrementelle Sicherungen. Die vorausgesetzten Sicherungsmedien können genutzt werden. Die empfohlene Sicherungshäufigkeit von einer Sicherung täglich entspricht den Voraussetzungen. Nachteilig ist, dass der Nutzer den Wechsel des Sicherungstyps manuell ausführen muss. Weiterhin orientiert sich auch hier die Wechselstrategie nicht an den Größen der Sicherungsdateien. Es wird ein zeitlich periodischer Wechsel empfohlen.

(Acronis)

Im nächsten Punkt wird die Software Backup4all untersucht. Sie stellt eine Backuplösung für Windows Betriebssysteme dar und verspricht eine einfache Handhabung. Dabei können die Daten auf lokale oder Netzwerkfestplatten, Wechseldatenträger und FTP Server gespeichert werden. Als Sicherungsstrategien werden komplette, differenzielle, inkrementelle Sicherungen und die Spiegelung von Daten angeboten. Für die inkrementelle Sicherung bietet Backup4all eine Option für die Wechselstrategie an. Um die Speicherplatzausnutzung bezüglich der Sicherungen gering zu halten, wird deren Anzahl begrenzt. Innerhalb dieser Anzahl werden eine komplette und danach eine inkrementelle Sicherungen ausgeführt. Ist die Anzahl erreicht, so werden die alten Daten wieder überschrieben. Um bei differenzieller Datensicherung eine günstige Wechselstrategie nutzen zu können, bietet Backup4all zwei Lösungen an. Die erste Variante sichert solange differenziell, bis ein bestimmtes prozentuales Verhältnis der Größen der Sicherungen erreicht ist. Standardmäßig werden 50% für die differenzielle Sicherung angenommen. Dieses Verhältnis kann durch den Nutzer auch anders eingestellt werden. Es werden solange differenzielle Sicherungen durchgeführt, bis die Größe der differenziellen Sicherung 50% der Größe der kompletten Sicherung erreicht hat. Bei der zweiten Möglichkeit erfolgt immer dann eine Komplettsicherung, wenn die differenzielle

Sicherung eine bestimmte festgelegte Größe erreicht hat. Standardmäßig ist von Backup4all 1MB vorgegeben. Dies kann vom Nutzer aber auch anders eingestellt werden. Zur Umsetzung dieser Strategien protokolliert das System die Größen und führt dann jeweils die komplette Sicherung aus, wenn die jeweilige Anzahl oder Größe erreicht ist. In Hinblick auf Sicherungsmedien, Automatisierung der Sicherungen, unterstützte Sicherungstypen sowie Sicherungshäufigkeit sind die Voraussetzungen (Kapitel 3.1) bei Backup4all gegeben. Interessant ist der Ansatz, den Wechsellpunkt abhängig vom Verhältnis der Größen der differenziellen Sicherung zur kompletten Sicherung zu setzen. Dadurch orientiert sich die Wechselstrategie tatsächlich an den Größen der Sicherungsdateien. Nachteilig dabei ist, dass bei sehr geringen Änderungen der Daten die Größe der differenziellen Sicherung so wenig anwächst, dass der Wechsellpunkt unter Umständen erst sehr spät erreicht wird. Somit wären viele differenzielle Sicherungen von einer einzigen kompletten Sicherung abhängig.

(Backup4all Professional)

Version Backup ist eine Backup-Software mit besonderen Funktionen hinsichtlich der Verwaltung und Archivierung alter Sicherungsdaten. Sie versucht über die normalen Backupstrategien hinaus die Sicherungsdaten so auf dem Datenträger zu verteilen, dass möglichst wenig Speicherplatz benötigt wird. Dabei nutzt Version Backup inkrementelle Sicherungen. Weiterhin wird empfohlen, neben den inkrementellen Sicherungen in regelmäßigen Abständen eine komplette Sicherung zu erstellen. Zu diesem Zweck hat der Nutzer die Möglichkeit, Einstellungen für den Wechsel des Sicherungstyps zu konfigurieren. Es wird eine Komplettsicherung aller 20 bis 60 Tage empfohlen. Dieses Intervall ist vom Nutzer frei wählbar. Hierbei wird von einer Sicherungshäufigkeit von einer Sicherung pro Tag ausgegangen. Auf Grund der besonderen Aufteilung garantiert Version Backup eine Archivierung der Daten für Wochen und Monate, je nach Größe der Sicherungsdaten. Erst dann werden alte Sicherungsdaten wieder gelöscht beziehungsweise überschrieben. Version Backup bietet eine automatische Kombination von inkrementellen und kompletten Sicherungen. Weiterhin können verschiedene Speichermedien, sowohl Einzel- oder Mehrfachdatenträger, genutzt werden. Als Sicherungshäufigkeit wird täglich eine Sicherung empfohlen. Hinsichtlich der optimalen Verteilung von inkrementellen und kompletten Sicherungen verwendet Version Backup eine Strategie, die automatisch

nach einer bestimmten Anzahl von inkrementellen Sicherungen wieder eine komplette Sicherung durchführt. Auch bei dieser Strategie wird ein zeitlich periodischer Wechsel durchgeführt, wobei die Größen der Sicherungsdateien keine Rolle spielen. Somit kann auch hier nicht auf extreme Änderungen der Sicherungsdaten und Größen reagiert werden.

(Version Backup)

Zusammenfassend kann für die Analyse vorhandener Strategien gesagt werden, dass ein großer Teil der Backup-Software gar keine Wechselstrategien verwendet, sondern sehr schnell damit beginnt alte Daten wieder zu überschreiben. Meist wird nach dem Generationsprinzip gearbeitet. Stellvertretend für die große Menge vorhandener Backup-Software sollen die vier genannten Beispiele stehen. Bei den Backup-Programmen, die eine Wechselstrategie benutzen, führt der größte Teil einen chronologischen Wechsel nach einer bestimmten Anzahl von Sicherungen durch. Mit einer solchen Wechselstrategie kann jedoch nur schlecht oder gar nicht auf unterschiedliche Änderungen der Daten reagiert werden. Ein Wechsel bei Erreichen einer bestimmten Sicherungsgröße wie bei Backup4all hat bereits mehr Einfluss auf die Backupgrößen. Allerdings ist hier zu beachten, dass der Wechsellpunkt so gewählt werden muss, dass er auch erreicht wird. Im Beispiel von Backup4all wird ein Wechsel durchgeführt, wenn die differenzielle Sicherung die halbe Größe der zugehörigen kompletten Sicherung erreicht. So kann gesagt werden, dass keine der genannten Strategien zu 100% die Voraussetzungen (Kapitel 3.1) erfüllen. Es ist also notwendig, eine neue Strategie zu entwickeln, um speziell auf die genannten Voraussetzungen eingehen zu können.

Tab. 1: Übersicht zu gegebene Voraussetzungen (Kapitel 3.1) bei verschiedenen Backupprogrammen

| Voraussetzungen nach Kapitel 3.1 | Z-DBBackup | True Image Home 2011 | Backup4all | Version Backup |
|----------------------------------|---------------|----------------------|-------------------|-------------------|
| a) | erfüllt | erfüllt | erfüllt | teilweise erfüllt |
| b) | erfüllt | nicht erfüllt | erfüllt | erfüllt |
| c) | erfüllt | erfüllt | erfüllt | erfüllt |
| d) | nicht erfüllt | erfüllt | erfüllt | erfüllt |
| e) | nicht erfüllt | erfüllt | erfüllt | nicht erfüllt |
| f) | nicht erfüllt | nicht erfüllt | teilweise erfüllt | nicht erfüllt |
| g) | erfüllt | erfüllt | erfüllt | erfüllt |

3. 3 Beschreibung einer neuen Wechselstrategie

Im folgenden Kapitel wird eine neu entwickelte Wechselstrategie mit dem Namen Blockstrategie erläutert. Die Blockstrategie beschreibt eine Möglichkeit für den Wechsel des Sicherungstyps in Hinblick auf die Datensicherung. Sie orientiert sich am Verhältnis des Speicherbedarfs der differenziellen oder inkrementellen Sicherungsdaten zur zugehörigen kompletten Sicherung. Dieses Verhältnis ist so gewählt, dass der Wechsel durchgeführt wird, wenn die Summe der Größen der differenziellen oder inkrementellen Sicherungsdaten die Größe der kompletten Sicherung erreicht hat. Dadurch entstehen zwei etwa gleichgroße Blöcke. Einer der Blöcke wird durch die komplette Sicherung und der andere durch die differenziellen oder inkrementellen Sicherungsdaten dargestellt. Dadurch kann relativ schnell auf extreme Datenänderungen reagiert werden.

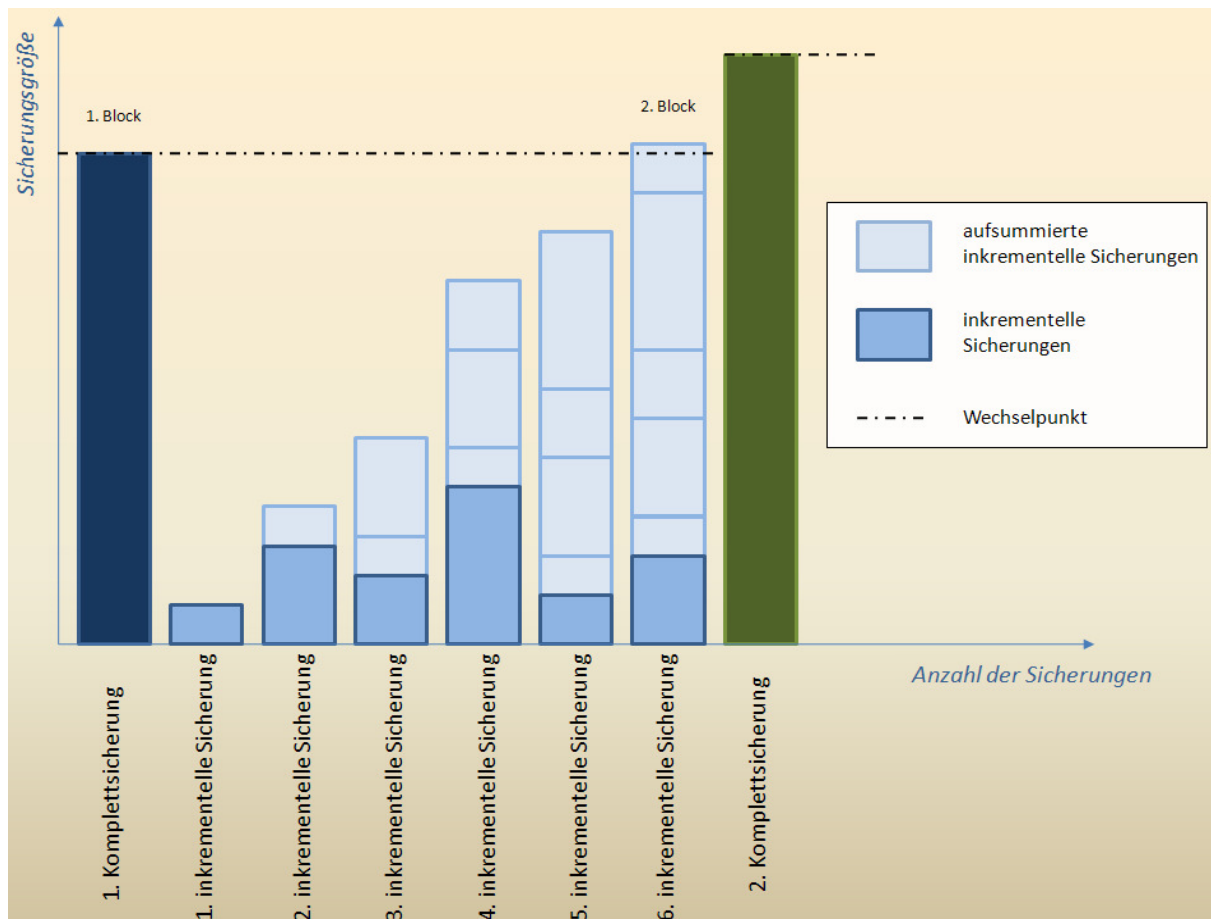
Um den Wechsellpunkt zu bestimmen, nutzen sowohl die differenzielle als auch die inkrementelle Datensicherung unterschiedliche Kontrollstrukturen. Für beide Sicherungsstrategien gilt grundsätzlich, dass als erster Sicherungstyp immer eine komplette und als zweiter immer eine differenzielle oder inkrementelle Sicherung durchgeführt wird. Danach kommen die jeweiligen Kontrollstrukturen zum Einsatz.

Abb. 4: Grafische Darstellung der Blockstrategie für die differenzielle Sicherung



Auf die inkrementelle Sicherungsstrategie angewendet, hätte diese Kontrollstruktur mit dem Offsetwert nicht den gewünschten Effekt. Grund dafür ist die ständige Änderung der Größe der inkrementellen Sicherung, da diese nicht abhängig von der kompletten Sicherung ist, sondern immer nur von der letzten durchgeführten Sicherung. Dabei spielt der Sicherungstyp keine Rolle. Bei Anwendung der Blockstrategie auf Basis der inkrementellen Datensicherung wird ermittelt, ob die Summe der inkrementellen Sicherungen bereits die Größe der zugehörigen kompletten Sicherung erreicht hat, wie in Abb. 5 gezeigt. Damit ist der zweite Block immer etwas größer als der erste.

Abb. 5: Grafische Darstellung der Blockstrategie für die inkrementelle Sicherung



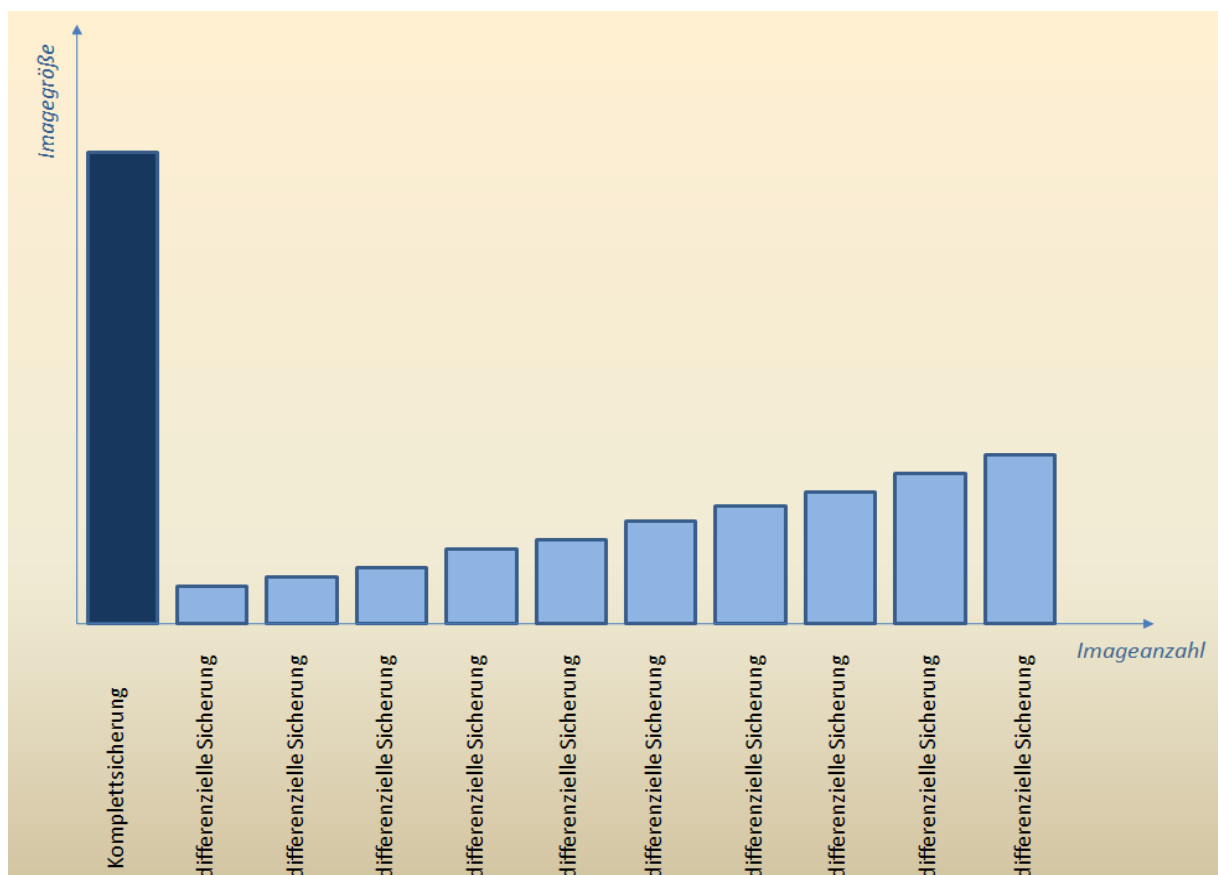
Der Vorteil dieser Wechselstrategie ist die gute Reaktionsfähigkeit auf ungleiche Datenänderungen. Dies geschieht durch den unmittelbaren Einfluss der Strategie auf die Auswahl des Sicherungstyps. Weiterhin werden mehr komplette Sicherungen erstellt, da der Wechsellpunkt eher erreicht wird als zum Beispiel bei einem chronologischen Wechsel. Diese höhere Anzahl von kompletten Sicherungen macht einen eventuellen Rückbau der Datensicherungen besser möglich. Hierbei liegt der Nachteil besonders bei den inkrementellen Sicherungen, da hier nur komplette Sicherungen aufgehoben werden können oder aber eine ganze Reihe von zusammengehörigen inkrementellen Sicherungen inklusive der zugehörigen kompletten Sicherung.

3. 4 Verschiedene Wechselstrategien für einen Vergleich

Um eine Bewertung der Blockstrategie vorzunehmen, werden weitere Wechselstrategien zum Vergleich benötigt. Diese orientieren sich an den Parametern Zeit und Größe der Sicherungen. Weiterhin werden die von anderen Backupprogrammen genutzten Strategien mit verwendet. Als Vergleichsstrategien wurden sieben Versionen mit verschiedenen Wechselvarianten erarbeitet. Dabei können diese nur zum Teil für die inkrementelle Sicherung verwendet werden. Sie sind jedoch alle für die differenzielle Datensicherung nutzbar. Diese Varianten wurden bewusst so ausgewählt, da die Vergleichstests anhand von differenzieller Datensicherung durchgeführt werden.

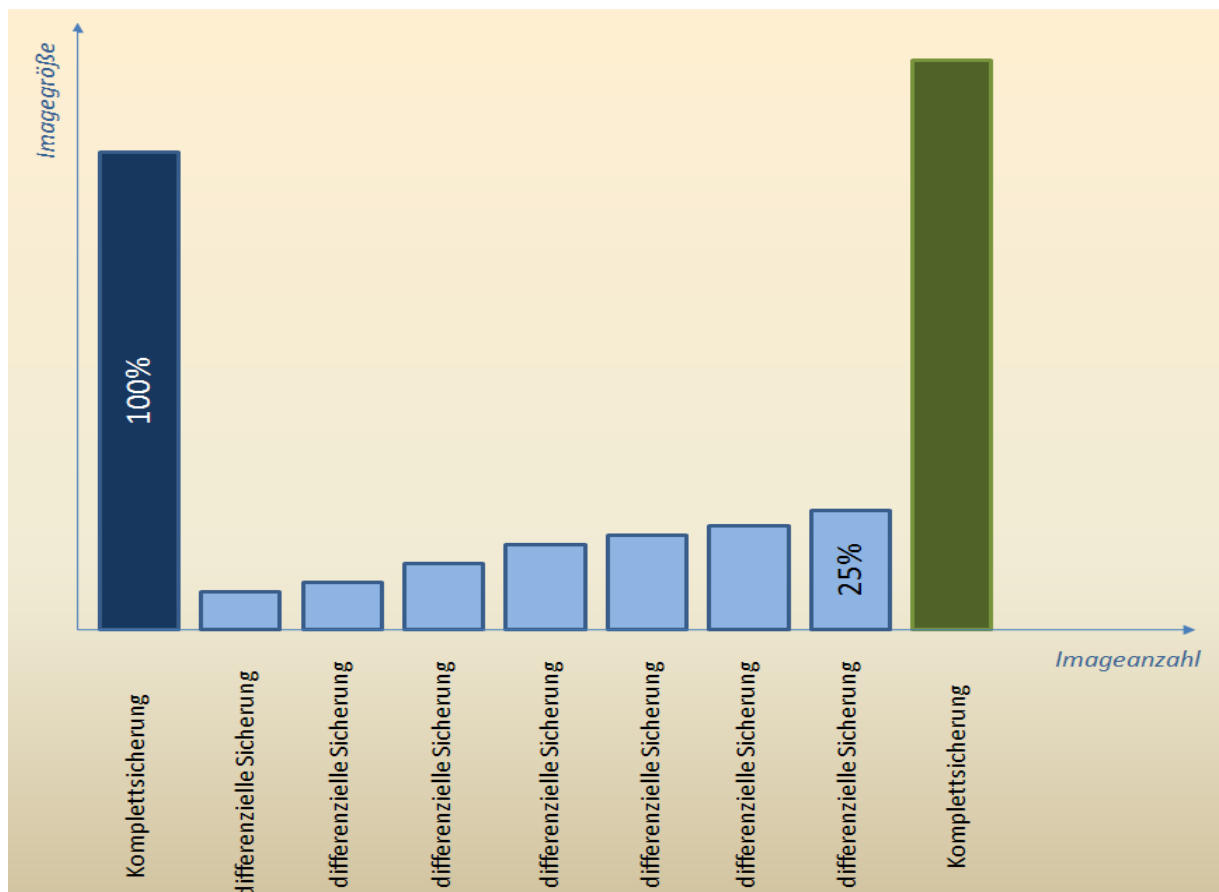
Als erster Wert wird eine Berechnung ohne Wechsel des Sicherungstyps durchgeführt, siehe Abb. 6. Folglich wird nur eine komplette Sicherung am Anfang gespeichert. Alle weiteren sind differenzielle Sicherungen. Damit soll die allgemeine Wirkung einer zusätzlichen Wechselstrategie bei Datensicherungen gezeigt werden.

Abb. 6: Grafische Darstellung der Sicherung ohne Wechselstrategie



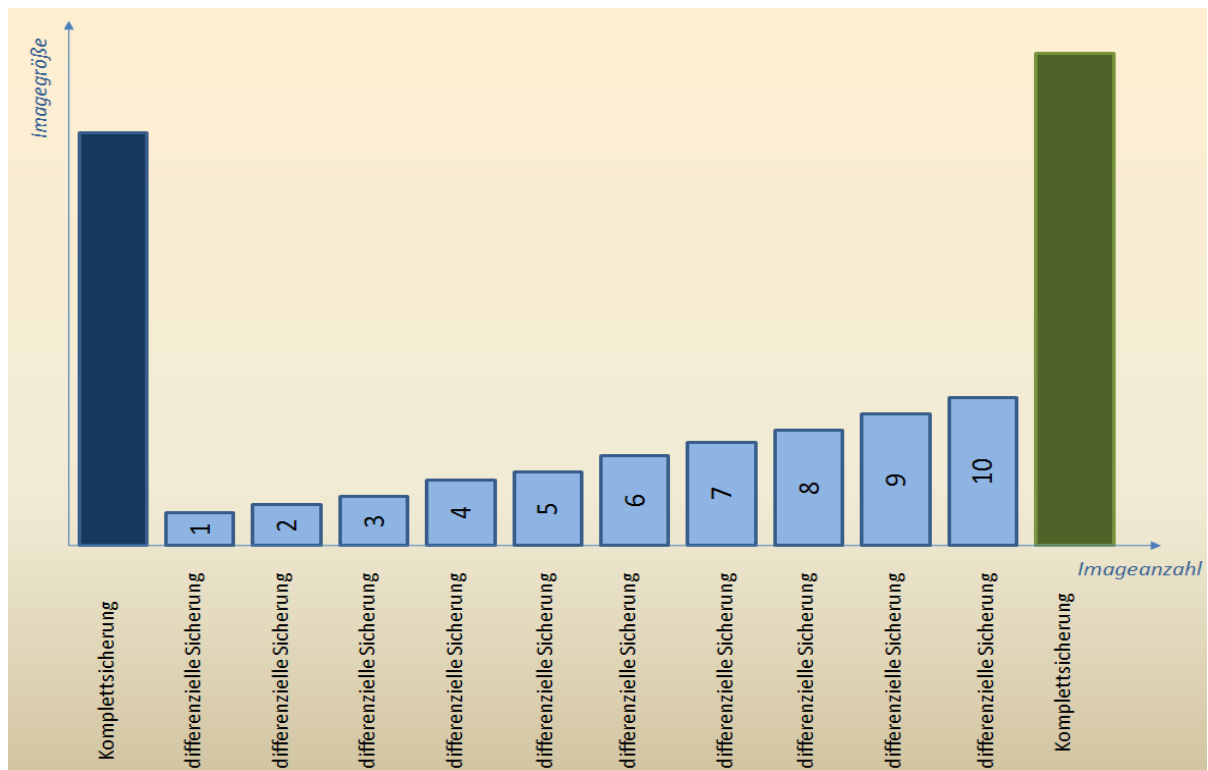
Die zweite Strategie orientiert sich an einem bestimmten Verhältnis der Größe der differenziellen Sicherung zur Größe der dazugehörigen kompletten Sicherung, siehe Abb. 7. Dafür werden drei Varianten mit verschiedenen prozentualen Verhältnissen getestet: 25%, 50% und 100%. Die Werte beziehen sich immer auf die Größe der differenziellen Sicherung und stellen dar, welches Verhältnis die Größe einer differenziellen Sicherung maximal erreichen darf, bevor ein Wechsel des Sicherungstyps durchgeführt wird. Speziell bedeutet das, dass solange differenzielle Sicherungen durchgeführt werden, bis die Größe dieser ca. $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ oder gleich der Größe der zugehörigen kompletten Sicherung ist. In Abb. 7 wird dies anhand des Wertes 25% dargestellt.

Abb. 7: Grafische Darstellung der Verhältnis-Wechselstrategie am Beispiel von 25%



Mit Hilfe des Parameters Zeit werden drei weitere Wechselstrategien genutzt. Dabei wird unabhängig von der Größe der Sicherungen nach einem bestimmten, immer gleichbleibenden zeitlichen Intervall ein Wechsel des Sicherungstyps vorgenommen. Als Wechselabstände wurden folgende drei Werte verwendet: 10, 15 und 20. Daraus resultiert, dass jeweils 10, 15 oder 20 differenzielle Sicherungen in Folge durchgeführt werden. Erst danach erfolgt ein Wechsel des Sicherungstyps und es wird einmal komplett gesichert. In Abb. 8 wird dies für den Zeitparameter mit dem Wert 10 dargestellt.

Abb. 8: Grafische Darstellung der zeitlichen Wechselstrategie am Beispiel vom Wert 10



3. 5 Bewertung der Blockstrategie

Für eine Bewertung der Blockstrategien müssen alle aufgeführten Strategien miteinander verglichen werden. Zu diesem Zweck wurde ein kleines Testprogramm entwickelt, welches Berechnungen für die Strategien durchführt. Das Testprogramm ist ein einfaches kommandozeilenbasiertes Programm und dient dem Vergleich von verschiedenen Wechselstrategien auf Basis der differenziellen Datensicherung. Es

simuliert die acht genannten Wechselstrategien und berechnet dafür die Anzahl der durchgeführten Datensicherungen. Diese setzt sich zusammen aus der Anzahl der kompletten Sicherungen und der Anzahl der differenziellen Sicherungen, welche einzeln vom Programm angegeben werden. Als Voraussetzung für die Berechnungen müssen verschiedene Parameter angegeben werden. So muss ein Wert für die Größe einer kompletten Sicherung vorgegeben werden. Zusätzlich kann über einen Offset-Parameter gesteuert werden, um welche Größe dieser Wert zur nächsten Sicherung anwächst. Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass das gesicherte Datenvolumen ständig größer wird. Dadurch wird ein lineares Wachstum erreicht, welches zwar nicht der Realität entspricht, aber Werte liefert, die für einen Vergleich nutzbar sind. Die Größe für die differenziellen Sicherungen wird als ein Wert angegeben. Auch hier wird von einem Zuwachs ausgegangen. Dieses Wachstum wird genau durch den Wert für die Größe der differenziellen Sicherung dargestellt. Weiterhin muss die Speicherkapazität des Datenträgers bzw. der für die Datensicherung zur Verfügung stehende Speicherplatz angegeben werden. Außerdem kann zusätzlich ein Pufferwert gesetzt werden, der vor einem Datenüberlauf des Speichermediums schützen soll. Schlussendlich muss die Anzahl der zur Speicherung verfügbaren Datenträger angegeben werden. Dabei muss darauf geachtet werden, dass diese Datenträger als Speicherkapazität alle den vorgegebenen Wert verwenden. Sie sind von außen betrachtet also gleich. Für den Vergleich wird davon ausgegangen, dass nur ein Datenträger vorhanden ist. Unter der Annahme von sechs Datenträgern, vergleichbar mit der Standardausführung von mesoSAFE (in Kapitel 4. 1 beschrieben), wird ein weiterer Durchlauf vollzogen. Die entsprechenden Diagramme dazu sind in Abb. 20 - 27 im Anhang dargestellt. Eine nähere Betrachtung dieser würde sich an dieser Stelle als zu umfangreich erweisen, weshalb davon abgesehen wird. Anhand der angegebenen Werte für die Parameter der Sicherung berechnet die Testsoftware für alle genannten Wechselstrategien die Anzahl der möglichen Sicherungen.

Zum Vergleich der aufgezählten Wechselstrategien wurden vier Versuchsreihen erstellt, siehe Tab. 2. Die Werte für die Größen von kompletten und differenziellen Sicherungen sowie des Offsets sind Pseudowerte und dienen ausschließlich dazu die verschiedenen Strategien miteinander zu vergleichen. Realitätsnahe Werte zu nutzen ist schwierig, da diese von verschiedenen Parametern beeinflusst werden. So

ist zum Beispiel schlecht einzuschätzen, wie viele Datenänderungen es gibt oder wie hoch die Sicherungshäufigkeit ist. Die Parametergrößen orientieren sich jedoch an echten Werten der Testrechner (Details zu den Testrechnern in Kapitel 4.4).

Bei der Auswahl dieser Werte ging es darum, möglichst verschiedene Szenarien hinsichtlich der Speichergrößen nachzustellen. Darum wurden bei vier Versuchsreihen die Werte für die Größen der kompletten Sicherungen von relativ wenig (Pseudowert: 15000, vergleichbar mit 15GB) bis relativ viel (Pseudowert: 80000, vergleichbar mit 80GB) angenommen. Zu jeder dieser vier Reihen wurden jeweils zwei Berechnungen durchgeführt. Einmal unter der Annahme eines geringen Datenzuwachses, dass heißt kleine Werte für die differenziellen Sicherungsgrößen und den Offsetwert für die komplette Sicherung (Pseudowert für differenzielle Sicherungsgröße: 200, vergleichbar mit 0,2GB; Pseudowert für Offset der kompletten Sicherung: 500, vergleichbar mit 0,5GB) und zum Andern unter der Annahme eines großen Datenzuwachses für große Werte der differenziellen Sicherungen und des Offsets der kompletten Sicherungen (Pseudowert für differenzielle Sicherung: 1000, vergleichbar mit 1GB; Pseudowert für Offset der kompletten Sicherung: 2000, vergleichbar mit 2GB). Weiterhin führt das Programm die Berechnungen für einen Datenträger (Pseudowert: 640000; vergleichbar mit 640GB) aus. Als Überlaufpuffer wird ein Wert von 5GB angenommen (Pseudowert: 5000).

Tab. 2: Werte der Versuchsparameter für 4 Versuchsreihen

| | Versuchsreihe 1 | | Versuchsreihe 2 | | Versuchsreihe 3 | | Versuchsreihe 4 | |
|--------------------------|-----------------|--------|-----------------|--------|-----------------|--------|-----------------|--------|
| | V1 | V2 | V1 | V2 | V1 | V2 | V1 | V2 |
| Komplettsicherung | 15000 | 15000 | 40000 | 40000 | 60000 | 60000 | 80000 | 80000 |
| differenzielle Sicherung | 200 | 1000 | 200 | 1000 | 200 | 1000 | 200 | 1000 |
| Offset Komplettsicherung | 500 | 2000 | 500 | 2000 | 500 | 2000 | 500 | 2000 |
| Datenträgerkapazität | 640000 | 640000 | 640000 | 640000 | 640000 | 640000 | 640000 | 640000 |
| Datenträgerpuffer | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 |
| Anzahl der Datenträger | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Bei Betrachtung der Versuchsreihen sind zwei wesentliche Punkte wichtig. Zum Einen die Anzahl der gesamten Sicherungen, welche als Hauptwert dient. Dabei geht es beim Versuch darum, eine optimale Lösung zu finden und somit möglichst viele Sicherungen durchführen zu können. Und zum Anderen die Anzahl der kompletten Sicherungen, welche wichtig ist für einen eventuellen Rückbauprozess, der bei

größerer Anzahl von kompletten Sicherungen in kleineren Stufen gestaltet werden kann und somit einfacher ist.

Die angegebenen Testwerte und Testszenarien werden anhand der acht genannten Wechselstrategien durchgeführt, wie in Tab. 3 aufgeführt. Damit erhält man 64 Vergleichswerte für die Anzahl der gesamten Sicherungen.

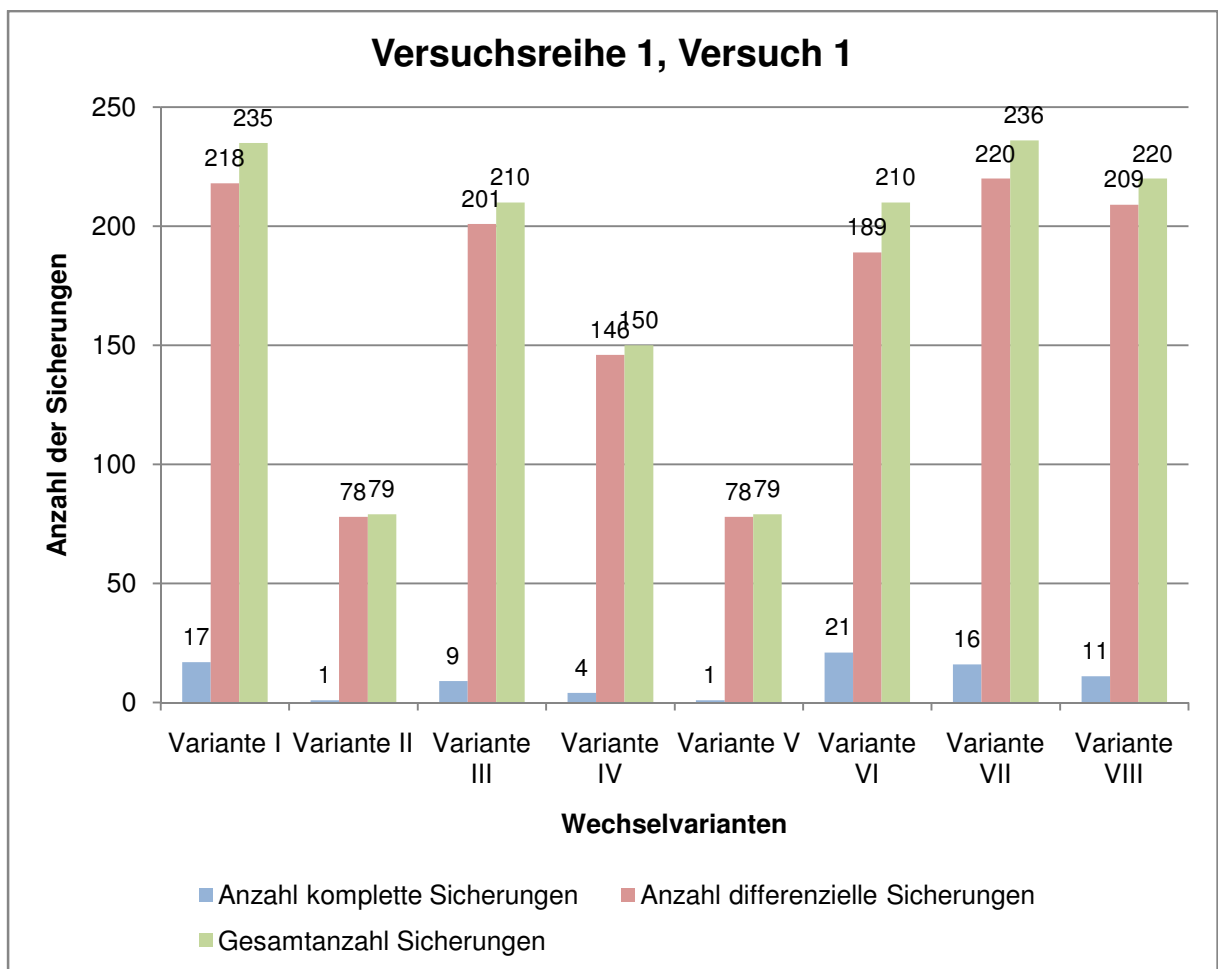
Die Auswertung der Testergebnisse für die Wechselstrategien orientiert sich hauptsächlich an der Anzahl der durchgeführten Sicherungen. Darüber hinaus wird beobachtet, wie sich die Anzahl der kompletten Sicherungen verhält. Diese beiden Werte sind die Schlüsselfaktoren für den Vergleich der verschiedenen Wechselstrategien. Weiterhin werden jeweils die Ergebnisse der Blockstrategie mit den Werten der Datensicherung ohne Wechselstrategie ins Verhältnis gesetzt. Dadurch wird allgemein die optimalere Speicherplatznutzung durch eine Wechselstrategie zum Ausdruck gebracht.

Tab. 3: Bezeichnung und Beschreibung der Versuchsstrategien

| Bezeichnung | Beschreibung |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Variante I | Blockstrategie |
| Variante II | es wird nur eine komplette Sicherung erzeugt, alle anderen sind differenzielle Sicherungen |
| Variante III | differenzielle Sicherungen bis max. 25% der Größe der kompletten Sicherung |
| Variante IV | differenzielle Sicherungen bis max. 50% der Größe der kompletten Sicherung |
| Variante V | differenzielle Sicherungen bis max. 100% der Größe der kompletten Sicherung |
| Variante VI | Wechsel aller 10 Sicherungen |
| Variante VII | Wechsel aller 15 Sicherungen |
| Variante VIII | Wechsel aller 20 Sicherungen |

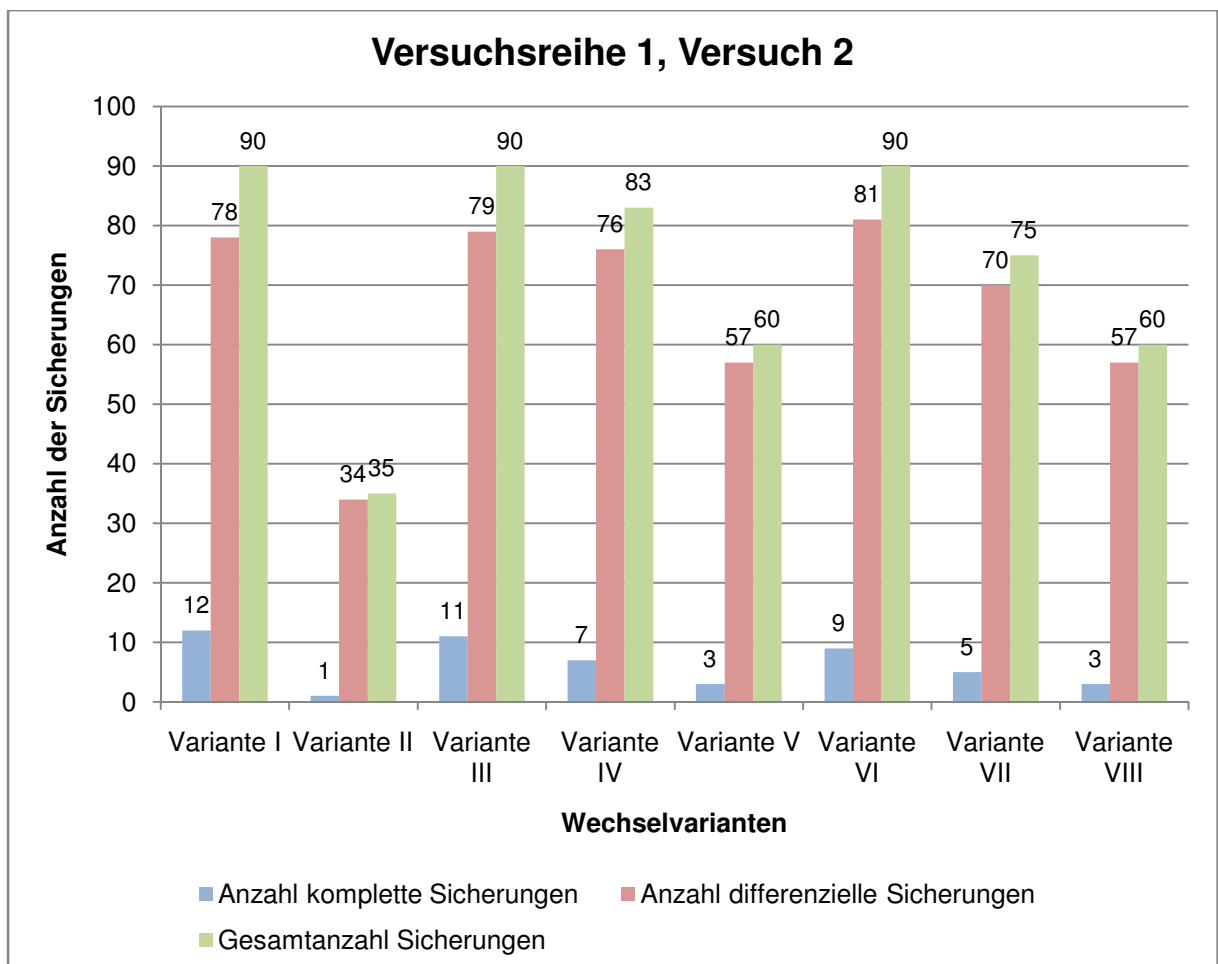
Im ersten Versuch der ersten Reihe (Abb. 9) fällt auf, dass fünf von acht Wechselstrategien Ergebnisse haben, die relativ nah beieinander liegen. Die Werte differieren von 210 bis 236. Mit 236 Sicherungen ist die Strategie mit dem periodischen Wechsel nach 15 Sicherungen auf Platz 1, dicht gefolgt von der Blockstrategie mit 235 Sicherungen. An dritter Stelle findet man die Variante mit dem Wechsel nach 20 Sicherungen. Vergleicht man nun die Anzahl der kompletten Sicherungen der ersten drei Plätze, so liegt der Wert zwischen 11 und 17. Hier liegt die Blockstrategie mit 17 Komplettsicherungen knapp vorn. Betrachtet man das Verhältnis der Blockstrategie zur Variante ohne Wechselstrategie, so ist die Blockstrategie mit 235 Sicherungen zu 79 Sicherungen fast dreimal besser. Es lässt sich also klar eine Optimierung erkennen. Vergleicht man alle Wechselstrategien des ersten Versuches mit der normalen Sicherung ohne Wechsel des Typs, dann lässt sich deutlich erkennen, dass jede Wechselstrategie mindestens gleich gut aber die meisten besser sind als eine Datensicherung ohne Wechsel des Sicherungstyps.

Abb. 9: Grafische Auswertung des ersten Versuchs der ersten Versuchsreihe



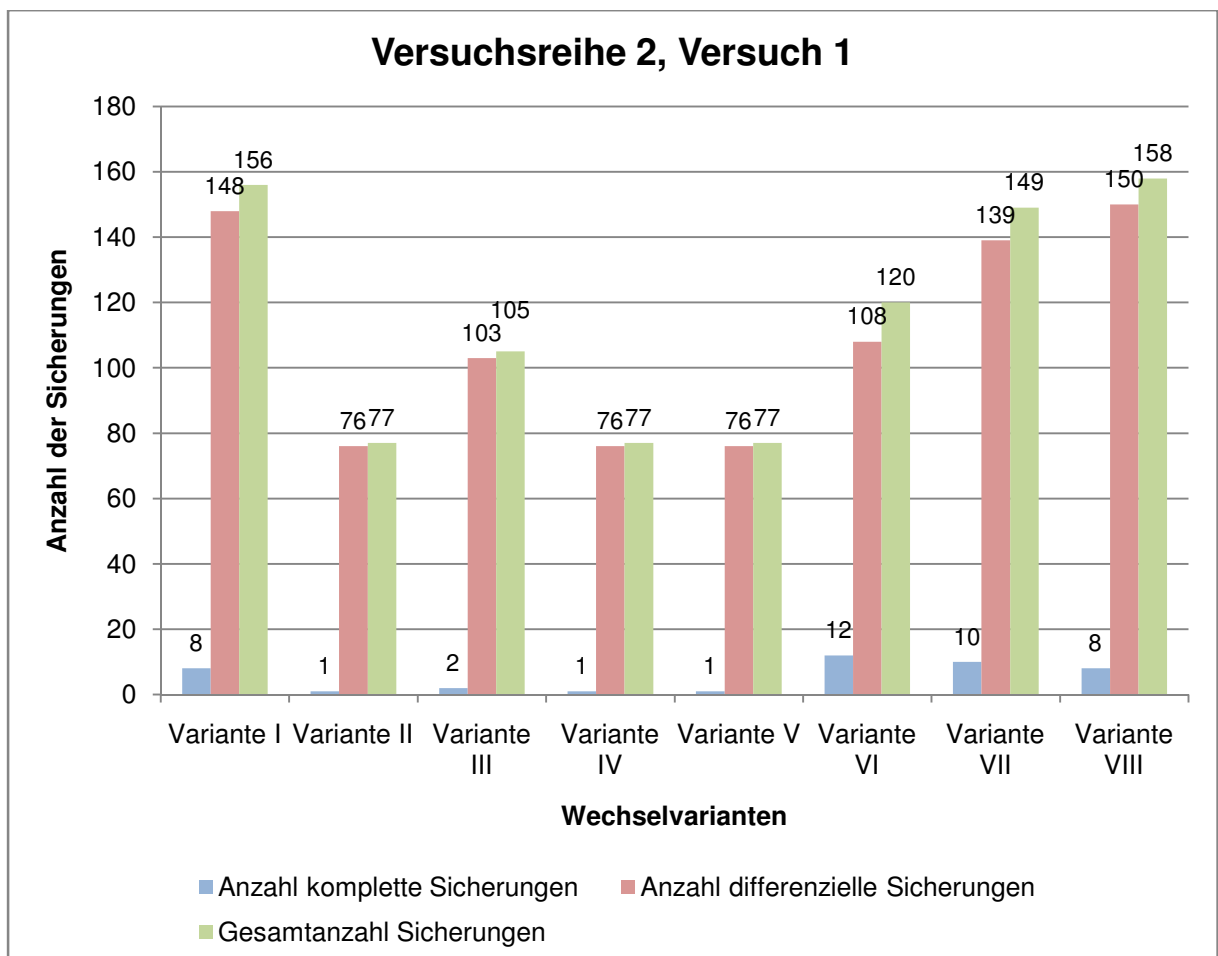
In der ersten Versuchsreihe im zweiten Versuch (Abb. 10) gibt es genau drei Varianten mit 90 Sicherungen. Diese Anzahl stellt dabei den höchsten Wert in diesem Versuch dar. Führend sind die Blockstrategie, die Verhältnisstrategie bei 25% und die Zeitstrategie mit einem Wechsel nach 10 Sicherungen. Interessant bei diesem Versuch ist, dass alle drei Strategien mit 90 Sicherungen eine unterschiedliche Anzahl von kompletten Sicherungen aufweisen. Die Spanne reicht hier von 9 bis 12 kompletten Sicherungen. An dieser Stelle wird deutlich, wie wichtig der Wechsellpunkt bei den Strategien ist. In Hinblick auf das Verhältnis von Blockstrategie zur Variante ohne Wechsel ist wieder ein klarer Unterschied sichtbar. Während die Blockstrategie ganze 90 Sicherungen erreicht, sind es ohne Wechsel nur 35. Die Blockstrategie erzeugt damit ca. 2,5-mal so viele Sicherungen wie die Variante ohne Wechsel. Durch die Wechselstrategien allgemein wird auch bei diesem Versuch immer eine Verbesserung im Gegensatz zur Variante ohne Wechsel erzielt.

Abb. 10: Grafische Auswertung des zweiten Versuchs der ersten Versuchsreihe



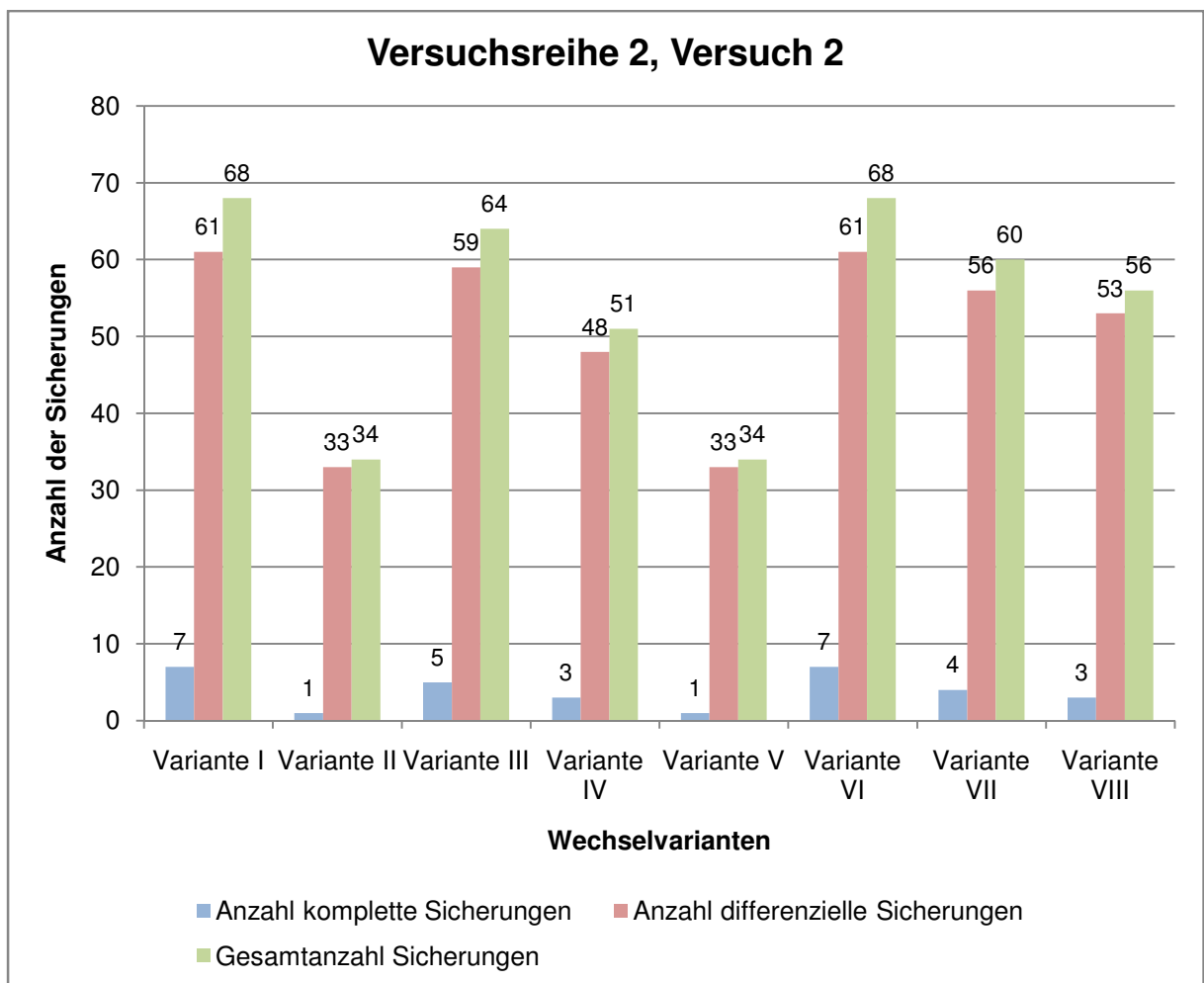
Die Werte der zweiten Reihe, erster Versuch (Abb. 11) liegen zwischen 77 und 158 Sicherungen. Dabei sind die drei besten Varianten mit ihren Werten wieder sehr nah beieinander. Mit 158 Sicherungen ist die Zeitstrategie bei einem Wechselintervall von 20 an erster Stelle. Es folgen die Blockstrategie mit 156 Sicherungen und die zweite Zeitstrategie mit einem Wechsel aller 15 Sicherungen mit 149 Sicherungen. Die Werte für die kompletten Sicherungen der drei ersten liegen zwischen 8 und 10 Sicherungen. Eine Besonderheit tritt bei den Verhältnisvarianten bei 50% und 100% auf. Bei diesen kommt es zu keinem Wechsel, da der Wechsellpunkt nie erreicht wird. Dies kann auf die niedrigen Parameterwerte zurückgeführt werden. Damit kann gesagt werden, dass bei diesem Versuch nicht alle Wechselstrategien die Speicherausnutzung optimieren. Setzt man die Blockstrategie und die Strategie ohne Wechsel ins Verhältnis, so erhält man einen Wert von ca. 2. Das bedeutet, dass mit Hilfe der Blockstrategie in diesem Versuch ungefähr doppelt so viele Sicherungen erreicht werden wie ohne Wechselstrategie.

Abb. 11: Grafische Auswertung des ersten Versuchs der zweiten Versuchsreihe



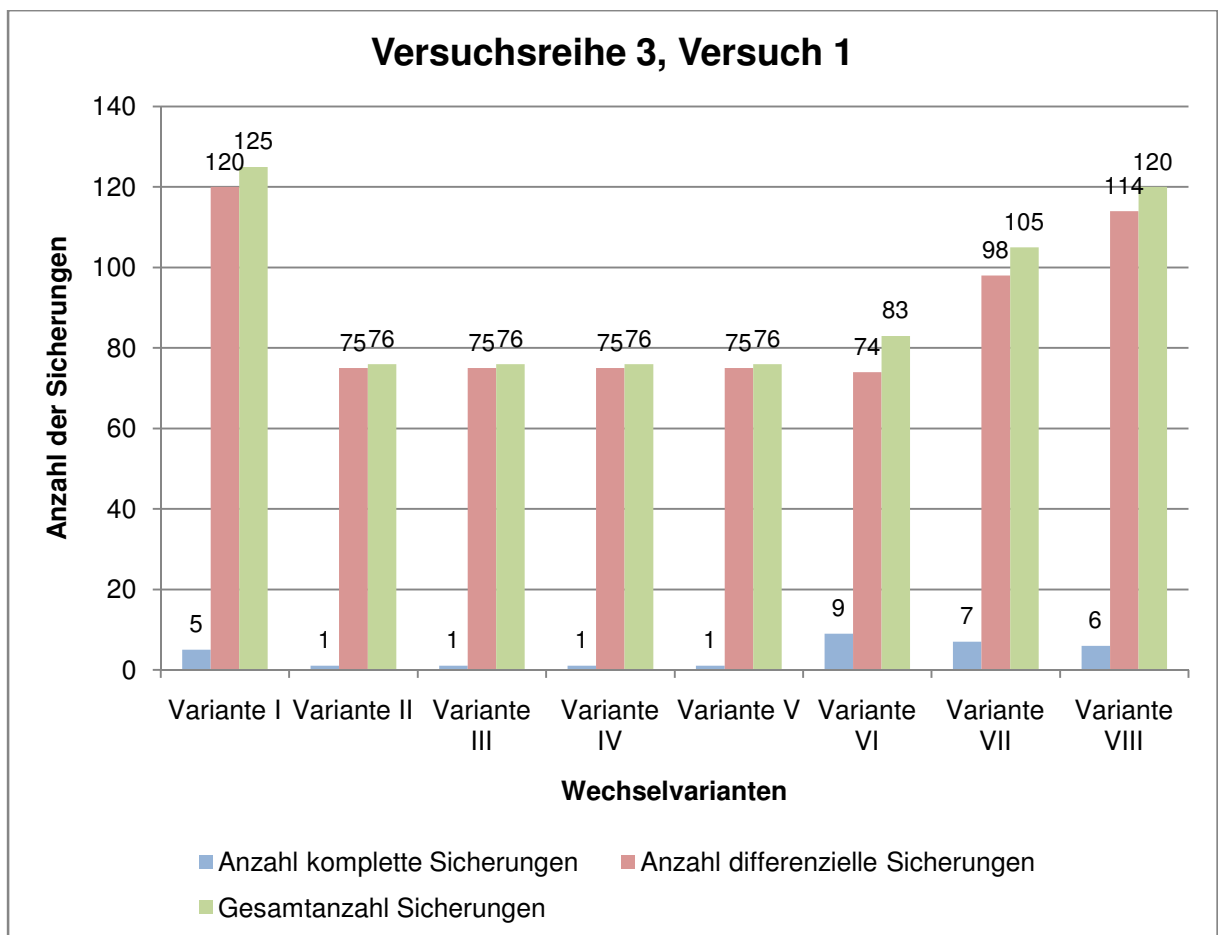
Beim zweiten Versuch der zweiten Versuchsreihe (Abb. 12) gibt es zwei Strategien, welche mit einer Anzahl von 68 die meisten Sicherungen aufweisen. Dies sind die Blockstrategie und die Zeitstrategie mit einem Wechsel nach 10 Sicherungen. An zweiter Stelle steht die Verhältnisstrategie bei 25% mit 64 Sicherungen. Die Werte für die kompletten Sicherungen sind bei den ersten beiden 7 und bei der zweitbesten Strategie 5. Daraus lässt sich schließen, dass die erstplatzierten Strategien wahrscheinlich die Wechsel an den gleichen Stellen durchführen, da sie sowohl bei der Anzahl der gesamten Sicherungen als auch bei der Anzahl der kompletten Sicherungen gleich sind. Vergleicht man die Blockstrategie mit der Variante ohne Wechsel, dann entsteht bei diesem Versuch genau ein Verhältnis von 2 zu 1. Damit führt die Blockstrategie doppelt so viele Sicherungen wie die Variante ohne Wechsel aus. Bei Vergleich aller Strategien mit der Variante ohne Wechsel fällt auf, dass alle mindestens genau so viele Sicherungen aufweisen, die meisten aber mehr.

Abb. 12: Grafische Auswertung des zweiten Versuchs der zweiten Versuchsreihe



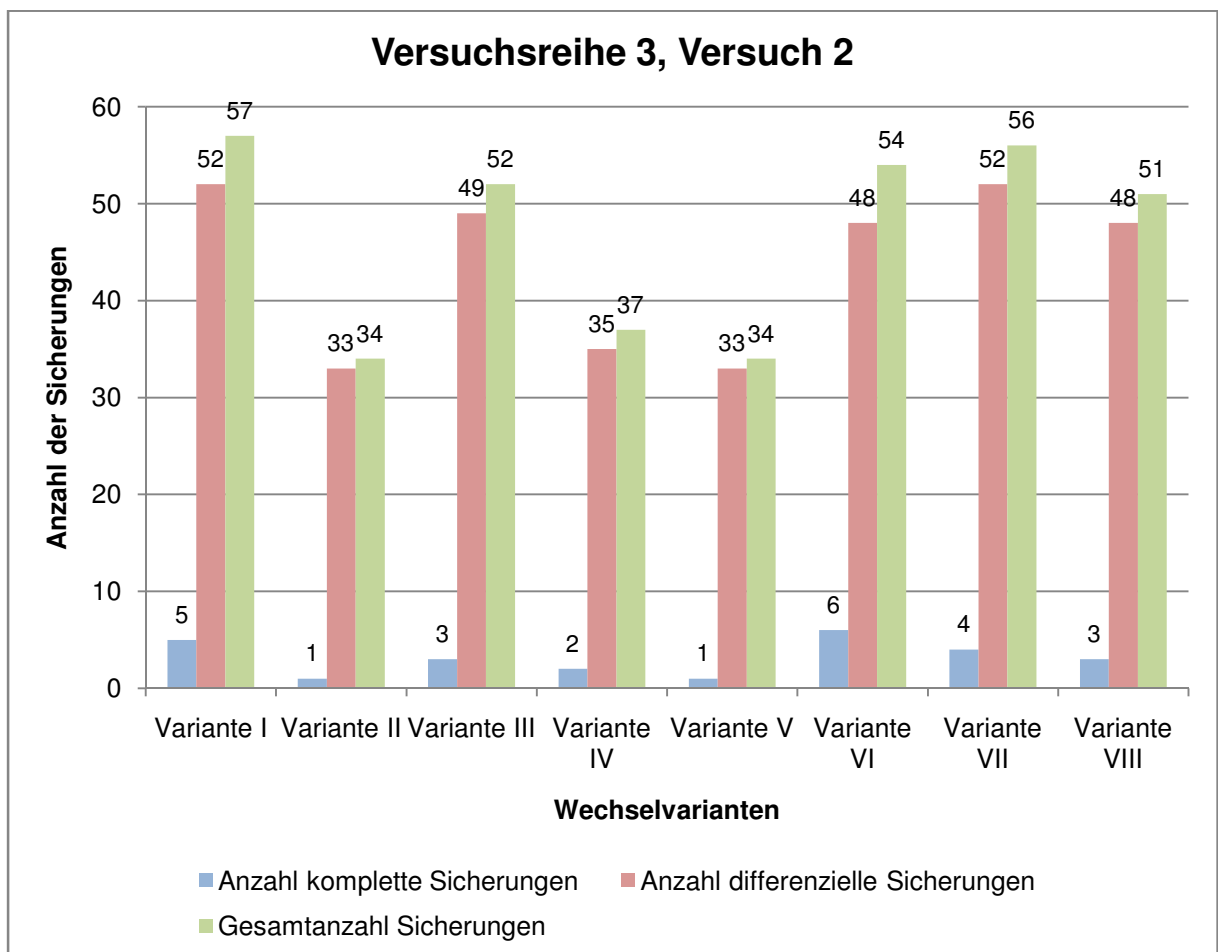
Der erste Versuch der dritten Versuchsreihe (Abb. 13) wird von der Blockstrategie mit 125 Sicherungen angeführt. Knapp dahinter liegt die Zeitstrategie mit Wechsel bei 20 Sicherungen mit einer Anzahl von 120. Etwas weiter an dritter Stelle mit 105 Sicherungen liegt die Zeitstrategie mit Wechsel nach 15 Sicherungen. Die Anzahl der kompletten Sicherungen dieser drei genannten Varianten liegt zwischen 5 und 7. Die weiteren Strategien haben sehr kleine Werte und gleichen meist mit der Variante ohne Wechsel. Dies trifft auf drei Verhältnisstrategien zu. Der Grund für diese eigenartigen Werte ist in der Beschaffenheit der Parameterwerte zu suchen. So sind die Werte für die kompletten Sicherungen bereits sehr groß und es kommt dazu, dass bei einigen Wechselstrategien der Wechsellpunkt nicht mehr erreicht wird. Das Verhältnis zwischen Blockstrategie und der Variante ohne Wechsel des Sicherungstyps ist in diesem Versuch ca. 1,64. Man kann also sagen, dass die Anzahl der Sicherungen bei der Blocksicherung ungefähr 2/3 höher ist als bei einer Sicherung ohne Wechsel.

Abb. 13 Grafische Auswertung des ersten Versuchs der dritten Versuchsreihe



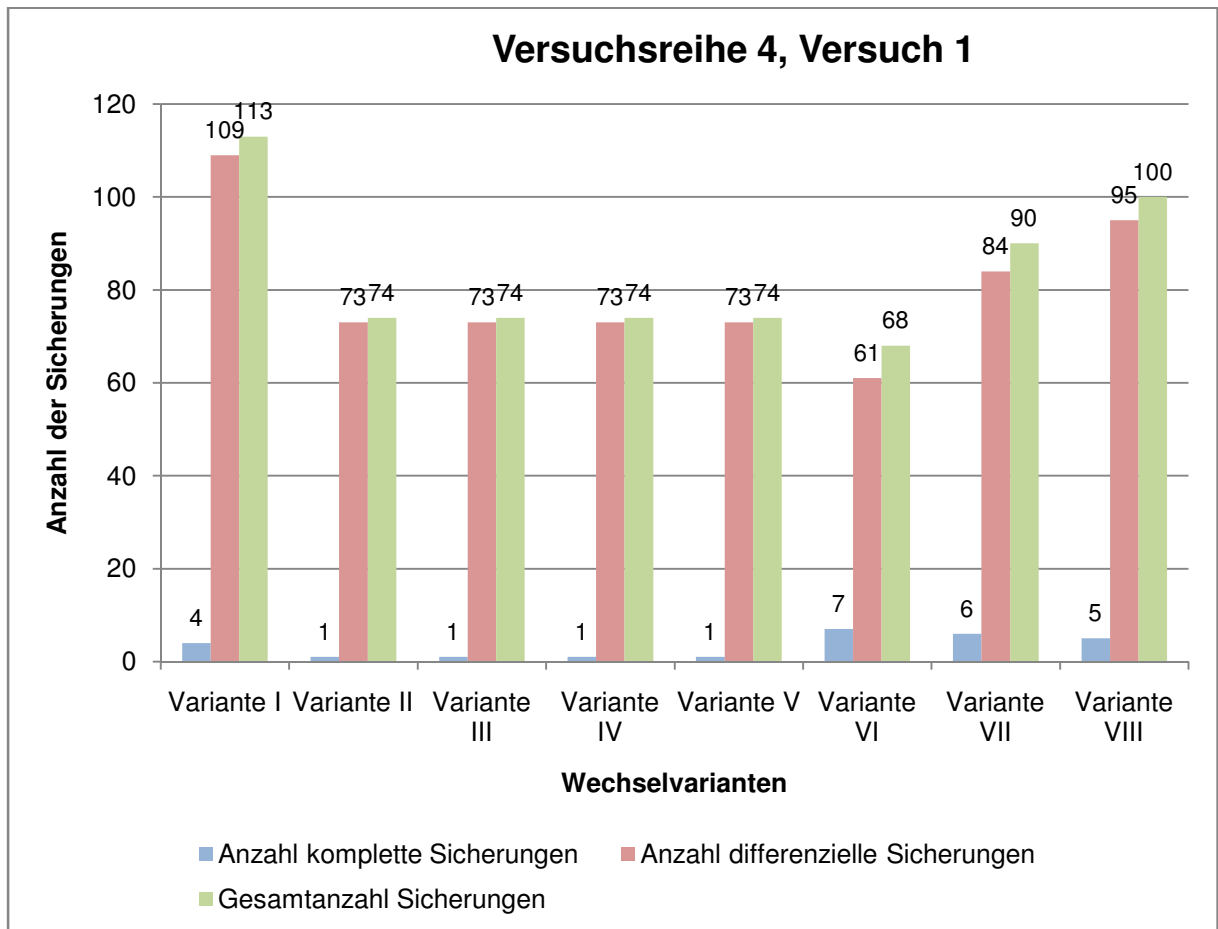
Die Werte des zweiten Versuches der dritten Reihe (Abb. 14) liegen relativ nah beieinander. So gibt es fünf Werte die eine Anzahl zwischen 51 und 57 aufweisen und drei Werte, die 34 bis 37 Sicherungen umsetzen können. Die besten drei Wechselvarianten sind die Blockstrategie mit 57 Sicherungen, gefolgt von den Zeitstrategien mit 56 und 54 Sicherungen mit einem Wechsel bei 15 und 10 Sicherungen. Nimmt man sich die drei besten Werte und vergleicht diese hinsichtlich der Anzahl der kompletten Sicherungen, so ist die Zeitstrategie mit Wechsel nach 10 Sicherungen führend. Die zwei anderen Strategien haben einmal 4 und einmal 5 komplette Sicherungen. Bei Betrachtung des gesamten Versuches sind die niedrigen Werte sehr auffällig. Diese entstehen durch die hoch eingestellten Parameter für die Größe der kompletten und der differenziellen Sicherungen und des Offsets dafür. Das Verhältnis von Blockstrategie zur Variante ohne Wechsel liegt bei ca. 1,67. Damit ist wieder ein deutlicher Unterschied zwischen Datensicherung mit und ohne Wechselstrategie zu erkennen.

Abb. 14: Grafische Auswertung des zweiten Versuches der dritten Versuchsreihe



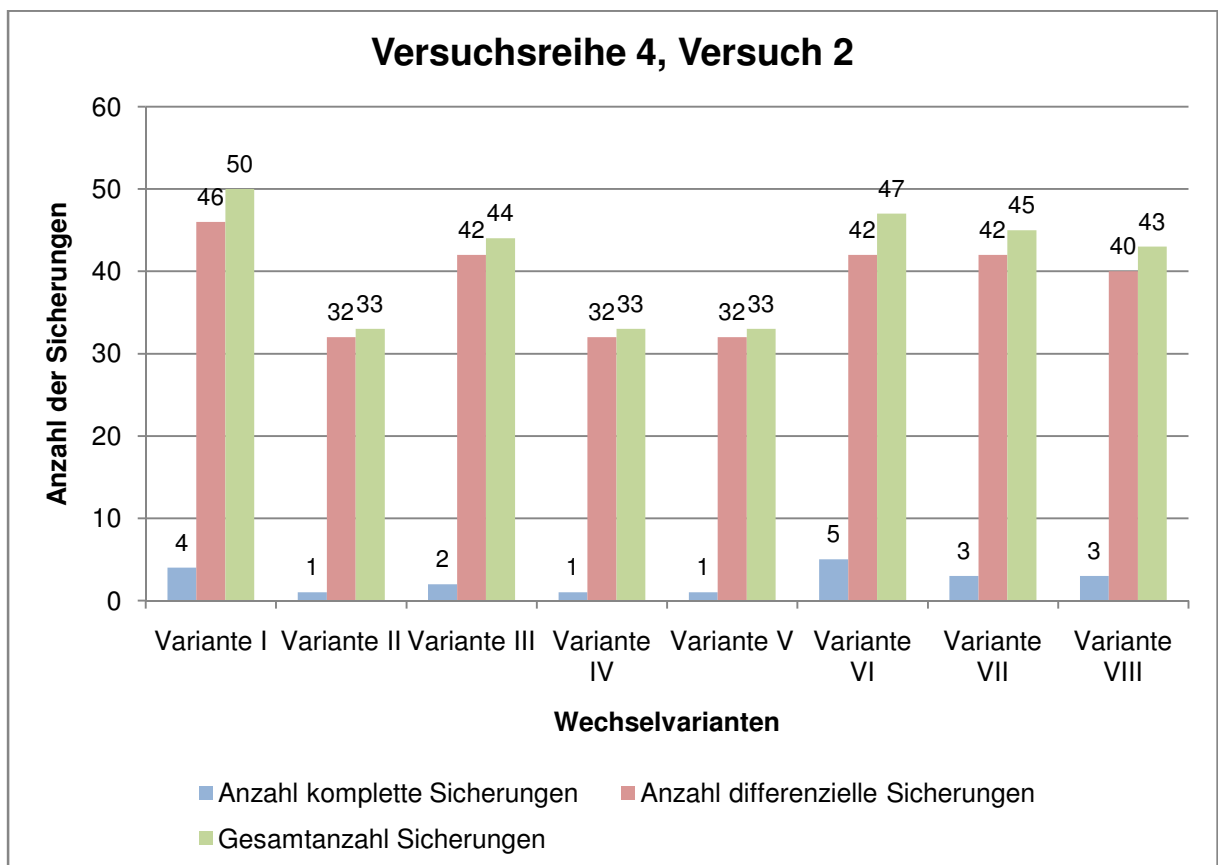
Die vierte Versuchsreihe stellt ein Szenario mit sehr großen Werten für die kompletten Sicherungen dar. Deshalb ist anzunehmen, dass die Werte sehr niedrig ausfallen. Im ersten Versuch (Abb. 15) sind die Differenzen zwischen den verschiedenen Varianten relativ gering. Die Anzahl der Sicherungen differieren von 68 bis 113. Die Optimale Lösung für diesen Versuch ist die Blockstrategie. Danach kommen mit etwas Abstand die Zeitstrategien bei Wechsel nach 20 und nach 15 Sicherungen. Sie erreichen jeweils 110 und 90 Sicherungen. In Hinblick auf die Anzahl der kompletten Sicherungen für die besten drei Varianten ist die Zeitstrategie mit Wechsel nach 15 Sicherungen führend. Diese hat 6 komplette Sicherungen durchgeführt, die beiden anderen Strategien nur 4 und 5. Sehr auffällig bei diesem Versuch ist auch, dass die drei Verhältnisstrategien keinen Wechsel des Sicherungstyps aufweisen. Der Grund dafür ist wieder in den Parameterwerten für diesen Versuch zu finden. Aufgrund der großen Werte wird bei den Verhältnisstrategien der Wechsellpunkt wieder nicht erreicht. Dies hat zur Folge, dass nur eine einzige komplette Sicherung durchgeführt wird, während alle anderen differenziell sind. Einen weiteren interessanten Wert stellt die Zeitstrategie mit Wechsel nach 10 Sicherungen dar. Dieser Wert liegt bei 68 und ist damit sogar niedriger als bei der Variante ohne Wechsel. Betrachtet man die Anzahl der kompletten Sicherungen, so hat diese Variante von allen Strategien den höchsten Wert mit 7. Damit wird gezeigt, dass eine Wechselstrategie im Allgemeinen nicht immer eine Optimierung bei der Datensicherung darstellt. Das Verhältnis von Blockstrategie zur Variante ohne Wechsel liegt bei ca. 1,5. Damit erzeugt die Blockstrategie ca. 1,5-mal so viele Sicherungen wie bei der Variante ohne Wechselstrategie.

Abb. 15: Grafische Auswertung des ersten Versuchs der vierten Versuchsreihe



Im letzten Versuch (Abb. 16) liegen alle Werte noch näher zusammen. So ist die Spanne vom kleinsten zum größten Wert gerade mal 17. Die drei besten Varianten in Hinblick auf die Anzahl der gesamten Sicherungen sind die Blockstrategie mit 50 Sicherungen, die Zeitstrategie bei Wechsel nach 10 Sicherungen mit 47 und die Zeitstrategie mit Wechsel nach 15 Sicherungen mit einem Wert von 45. Der Unterschied von Anzahl der kompletten Sicherungen differiert von 3 bis 5. Dabei hat die Zeitstrategie mit Wechsel nach 10 Sicherungen den höchsten Wert 5. In Hinblick auf das Verhältnis von Blockstrategie zur Datensicherung ohne Wechsel des Sicherungstyps entsteht wieder ein Wert von 1,5. Damit bringt auch in diesem Versuch die Blockstrategie eine Verbesserung um ca. 50% im Gegensatz zur Variante ohne Wechsel.

Abb. 16: Grafische Auswertung des zweiten Versuchs der vierten Versuchsreihe



Bei zusammenfassender Betrachtung der Versuchsreihen kann festgestellt werden, dass eine Wechselstrategie grundsätzlich in den meisten Fällen eine Optimierung der Speicherplatzausnutzung bedeutet. Aus den einzelnen Versuchen zeigt sich, dass die Parameter für die Größen der kompletten und der differenziellen Sicherung sowie des Offsets großen Einfluss auf die Wechselstrategien haben. So ist zum Beispiel auffällig, dass die zeitlichen Wechselstrategien erhebliche Schwankungen aufweisen. Für bestimmte Szenarien erzielen sie gute und sehr gute Ergebnisse, für andere wiederum schlechtere. Auch bei den Verhältnisstrategien sind sehr große Unterschiede zu sehen. Dabei ist hier von vornherein festzustellen, dass die beiden Strategien mit einem Wechsel bei der Größe der differenziellen Sicherung von 50% oder 100% der Größe der kompletten Sicherung keine guten Ergebnisse für alle Szenarien erreichen. Auf Grund dessen sind diese beiden Varianten keine günstigen Lösungen. Dagegen stellt die dritte Variante der Verhältnisstrategien vor allem bei großen Parameterwerten für die Datenänderungsgrößen eine gute Möglichkeit dar. Dafür ist sie bei kleinen Datenänderungen nicht optimal, da der Wechsellpunkt zum Teil gar nicht erreicht wird und dann nur differenzielle Sicherungen durchgeführt werden. Bezüglich der Blockstrategie lässt sich feststellen, dass die Wechselvariante in allen Szenarien gute oder sehr gute Ergebnisse erzielt. In sechs von acht Versuchen weist sie den besten Wert für die Anzahl der Sicherungen auf. In den beiden anderen liegt sie mit knappem Abstand auf dem zweiten Platz. Aus den Versuchsreihen wird ersichtlich, dass die Blockstrategie unabhängig von den Parametergrößen eine relativ konstante Strategie mit guten Ergebnissen darstellt. In Hinblick auf das Verhältnis von Blockstrategie und normaler Backupstrategie ohne Wechsel ist klar zu erkennen, dass eine Optimierung des Speicherplatzes erreicht wird, da die Anzahl der durchgeführten Sicherungen bei der Blockstrategie 1,5- bis 3-mal so groß ist.

3. 6 Anwendungsfeld und Fazit

Die Blockstrategie kann bei allen Datensicherungsvorgängen angewendet werden, bei denen eine große Menge von Daten gesichert werden muss. Sie benötigt als Voraussetzung die Backupstrategie der differenziellen oder inkrementellen Sicherung. Für eine 1 zu 1 Sicherung ist sie nicht nutzbar. Außerdem kann sie nur dort eingesetzt werden, wo eine immer fortlaufende Datensicherung durchgeführt wird, dass heißt, wo alte Datensicherungen nicht wieder überschrieben werden. Sie stellt einen konstanten Weg dar, bei unterschiedlichen Ausprägungen der Datengrößen und Datenänderungen den Sicherungstyp auszuwählen, so dass der Speicherplatz des Sicherungsmediums optimal ausgenutzt wird. Aufgrund der Einfachheit dieser Strategie kann sie für verschiedene Backupstrategien eingesetzt werden. Die Blockstrategie ist unabhängig von der Anzahl der Datenträger anwendbar. So wird ein Einsatz in der mesoSAFE Backup-Datensicherungssoftware angestrebt.

4 Prototypische Umsetzung der Blockstrategie an mesoSAFE

4. 1 Beschreibung mesoSAFE

Wenn von mesoSAFE gesprochen wird, dann verbirgt sich dahinter ein System zur Datensicherung für den PC. Dabei besteht dieses aus einer Hardware, die für die Datenhaltung verantwortlich ist. Im weiteren Verlauf wird diese als mesoSAFE bezeichnet. Weiterhin gibt es folgende drei verschiedene Software-Varianten zur Steuerung der Hardwarekomponente:

- mesoSAFE.dll: Funktionsbibliothek für die Grundfunktionalitäten zur Steuerung von mesoSAFE
- mesoSAFEcmd: Programm zur Steuerung von mesoSAFE über Kommandozeile
- mesoSAFE Backup: komplette Datensicherungssoftware für mesoSAFE

Entwickelt und getestet sind die Hard- und Software für Microsoft Windows Betriebssysteme ab Windows XP. Weiterhin wird als Voraussetzung ein Rechner mit mindestens einem freien USB Steckplatz und einem freien SATA Anschluss benötigt.

Die mesoSAFE Hardware besteht aus einem Mikrocontroller der über eine USB Datenleitung versorgt wird. Diese wird zur Ansteuerung der Festplatten und der LEDs genutzt. Auf dem Mikrocontroller sind sechs Slots für 2,5“ Festplatten, wie sie gewöhnlich in Notebooks eingebaut sind. Die Datenübertragung der Festplatten wird über SATA realisiert. Diese Hauptkomponenten der Hardware sind in einem 5¼“ Gehäuse untergebracht, sodass die mesoSAFE Hardware intern, in ein normales PC-Gehäuse eingeschraubt, oder extern genutzt werden kann. Dabei gibt es an der Vorderseite einen kleinen verschließbaren Deckel, über den man an die Festplatten gelangt. Diese sind in drei Zweierreihen übereinander angeordnet. Die Stromversorgung der Festplatten wird komplett über die USB-Verbindung verwirklicht. Dies ist möglich, da bei mesoSAFE immer nur eine der bis zu sechs Festplatten eingeschaltet ist. Weiterhin werden die Festplatten nur zur Datensicherung gestartet. Findet keine Datensicherung statt, sind die Festplatten

komplett spannungsfrei. Mit sechs Festplatten erreicht mesoSAFE eine Speicherkapazität von bis zu 3,8TB. Es können aber auch weniger Festplatten eingebaut und genutzt werden.

MesoSAFE kann nicht eindeutig in eine der heute bekannten Gerätekategorien eingeordnet werden, da es sich weder um einen gewöhnlichen Wechseldatenträger handelt, noch um ein NAS oder RAID System. Dem Wechseldatenträger sehr ähnlich, doch in Größe und Gewicht wesentlich umfangreicher, besteht mesoSAFE aus mehreren Festplatten und hat damit auch mehr Speicherkapazität. Weiterhin bietet mesoSAFE die Möglichkeit, die Festplatten auszutauschen. MesoSAFE ist kein Gerät für die Nutzung in Netzwerken, wie beispielsweise NAS. Außerdem stellt mesoSAFE den Datenspeicher zur redundanten Sicherung und Archivierung von Daten zur Verfügung und nicht als Speicher für den laufenden Datenbetrieb. Wird die Backupstrategie betrachtet, könnte der Irrtum entstehen, mesoSAFE sei ein RAID System. Das ist jedoch nicht der Fall, da mesoSAFE zur Datensicherung dient und nicht wie RAID Systeme als ausfallsichere Datenspeicher. Außerdem steht bei RAID Systemen im Vordergrund, dass diese durch die Nutzung mehrere Festplatten gleichzeitig schnellere Zugriffszeiten erhalten. Die Festplatten werden als eine logische Einheit betrachtet. Bei mesoSAFE dagegen kann immer nur eine Festplatte eingeschaltet werden, und jede der Festplatten ist unabhängig von der anderen nutzbar. In Hinblick auf die verschiedenen Speichermedien ist es schwierig, mesoSAFE genau einer dieser Gruppen zuzuordnen. Deshalb kann gesagt werden, dass mesoSAFE einen Mehrfachdatenträger mit besonderen Funktionen hinsichtlich der Datensicherung darstellt.

Zielgruppen für mesoSAFE sind kleine und mittlere Unternehmen, wie Arztpraxen, Steuerbüros oder Anwaltskanzleien mit einem Hauptrechner bzw. einem kleinen Server, der sämtliche wichtigen Daten enthält. Aber auch private Haushalte mit großen Datenmengen finden in mesoSAFE eine gute Möglichkeit zur Datensicherung.

(Meso)

4. 2 mesoSAFE Backup Software

MesoSAFE Backup ist eine vollständige Software zur Datensicherung. Die Grundfunktionalität zur Steuerung von mesoSAFE bekommt die Software aus der mesoSAFE.dll Bibliothek. Umgesetzt wurde mesoSAFE Backup mit Hilfe der MFC unter C++. Die Erstellung der Sicherungsdateien wird durch die Software Drive Snapshot übernommen. Diese macht komplette Abbilder von Partitionen, sogenannte Images, nach dem Prinzip von kompletten und differenziellen Datensicherungen. Die Software ist speziell an mesoSAFE angepasst und nutzt dafür die für mesoSAFE entwickelten Strategien zur Verteilung der Sicherungen auf den Festplatten sowie die Blockstrategie für die Verteilung zwischen kompletten und differenziellen Sicherungen. Darüber hinaus verfügt sie über eine Rückbaustrategie, welche alte Sicherungsdateien, je nach Größe der Daten, bis zu einem Jahr und länger aufhebt. Diese wird erst dann angestoßen, wenn eine der Festplatten voll ist. Die Software wird über eine grafische Oberfläche gesteuert und ist so angelegt, dass mit einem einmaligen Einrichtungsvorgang die meisten Nutzereinstellungen erledigt werden. Die Hauptfunktionen der Software liegen darin, dem Nutzer manuell zu jeder Zeit eine Datensicherung zu ermöglichen oder diesen Prozess zu automatisieren und somit Datensicherungen in bestimmten immer gleichbleibenden Zeitabständen durchzuführen. Weiterhin ist es möglich, archivierte Dateien oder ganze Systeme wieder herzustellen. Gesichert werden komplette Partitionen. Für jede zu sichernde Partition wird ein sogenannter Sicherungsauftrag angelegt. Bis zu 15 Sicherungsaufträge können ausgeführt werden.

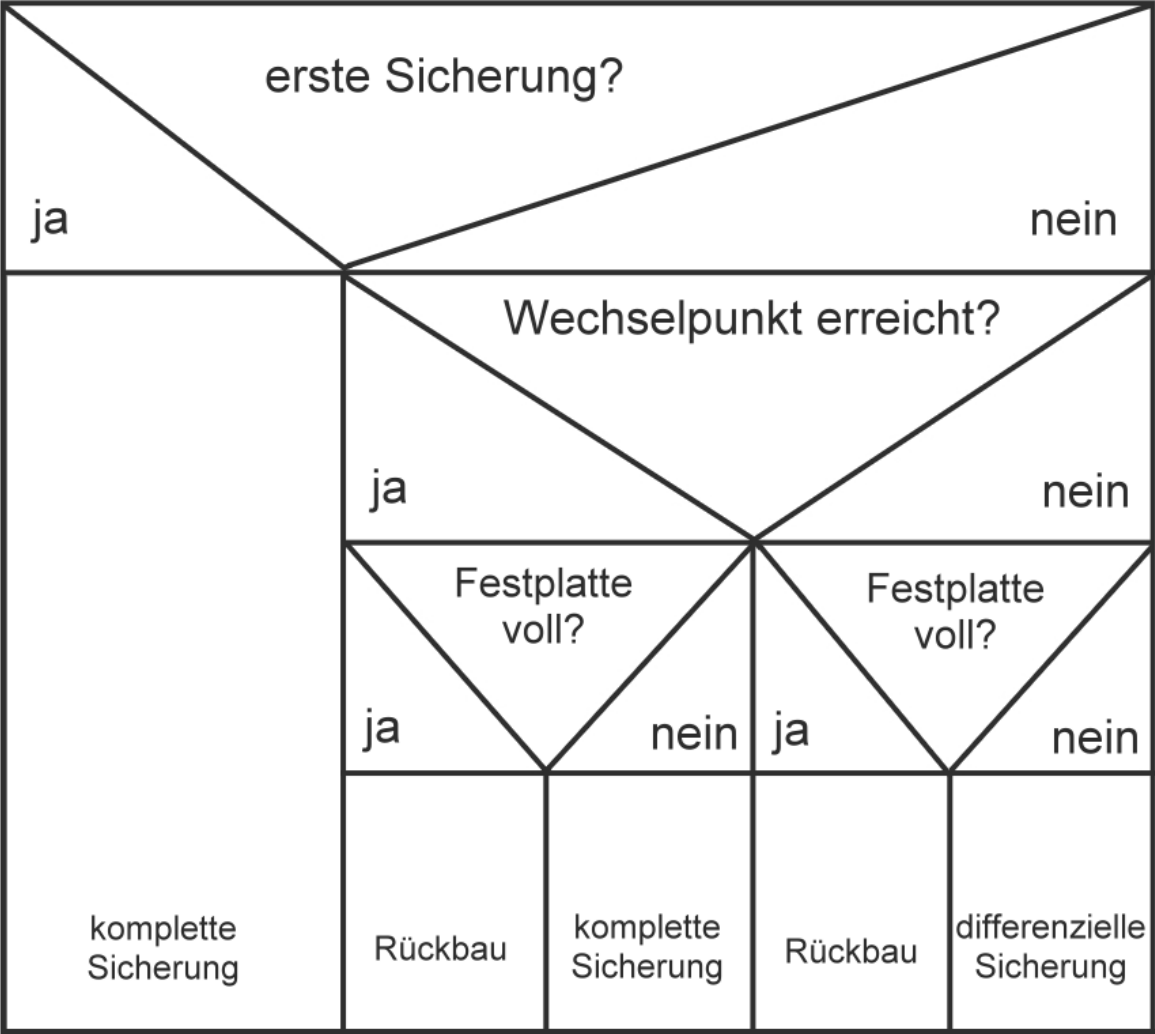
4. 3 Umsetzung der Blockstrategie in mesoSAFE Backup

Innerhalb der mesoSAFE Backup-Software wird die Blockstrategie durch eine Funktion (Quellcode in Abb. 28) umgesetzt (Ablauf der Strategie siehe Abb. 17). Diese wählt den Sicherungstyp aus und testet gleichzeitig, ob die Festplatte bereits voll ist und ein Rückbau der Sicherungsdateien angestoßen werden muss. Dazu wird eine Reihe von Variablen benötigt, um die notwendigen Werte für die Blockstrategie zu berechnen. Diese Werte sind:

- Größe der letzten differenziellen Sicherung
- Größe der letzten kompletten Sicherung
- Summe der Größen der differenziellen Sicherungen
- Anzahl der kompletten Sicherungen

Da sich die genannten Werte nach jeder Sicherung ändern, werden sie in einer Datenstruktur gehalten und in einer speziellen Datei abgespeichert. Die Ermittlung des Sicherungstyps beginnt mit einer ersten Abfrage welche feststellt, ob es sich um die allererste Sicherung handelt. Erkennbar ist dies am Zähler für die kompletten Sicherungen. Sollte dieser Wert 0 sein, dann handelt es sich um die erste Sicherung. Der Sicherungstyp ist also eine komplette Sicherung. Handelt es sich nicht um die erste Sicherung, wird als nächstes ermittelt, ob der Wechselpunkt, an dem wieder eine komplette Sicherung durchgeführt wird, erreicht ist oder nicht. Dafür werden die Variablen für die Größe der letzten differenziellen Sicherung und der letzten kompletten Sicherung sowie die Summe der Größen der differenziellen Sicherungen seit der letzten kompletten Sicherung benötigt. Der benötigte Offsetwert für diesen Test wird durch die Größe der letzten differenziellen Sicherung beschrieben. Ist der Wechselpunkt erreicht, wird kontrolliert, ob die Speicherkapazität des Datenträgers noch ausreicht. Dies wird mit dem Wert der letzten kompletten Sicherung und einer zusätzlichen Puffergröße getestet. Falls die Speicherkapazität der Festplatte ausreicht, wird eine komplette Sicherung durchgeführt, ansonsten wird der Rückbau eingeleitet und danach die Funktion erneut gestartet. Sollte der Wechselpunkt noch nicht überschritten sein, wird wieder getestet, ob die nächste differenzielle Sicherung noch auf den Datenträger passt, diesmal anhand der Größe der letzten differenziellen Sicherung und dem zusätzlichen Puffer. Ist der Datenträger bereits voll, wird die Rückbaufunktion angestoßen und es kommt erneut zur Auswahl des Sicherungstyps. Ist noch genug freie Festplattenkapazität vorhanden, wird eine differenzielle Sicherung ausgeführt. Der Auswahlprozess für den Sicherungstyp wird für jede Festplatte und jeden Sicherungsauftrag unabhängig erledigt.

Abb. 17: Grafische Darstellung des Ablaufs der Blockstrategie

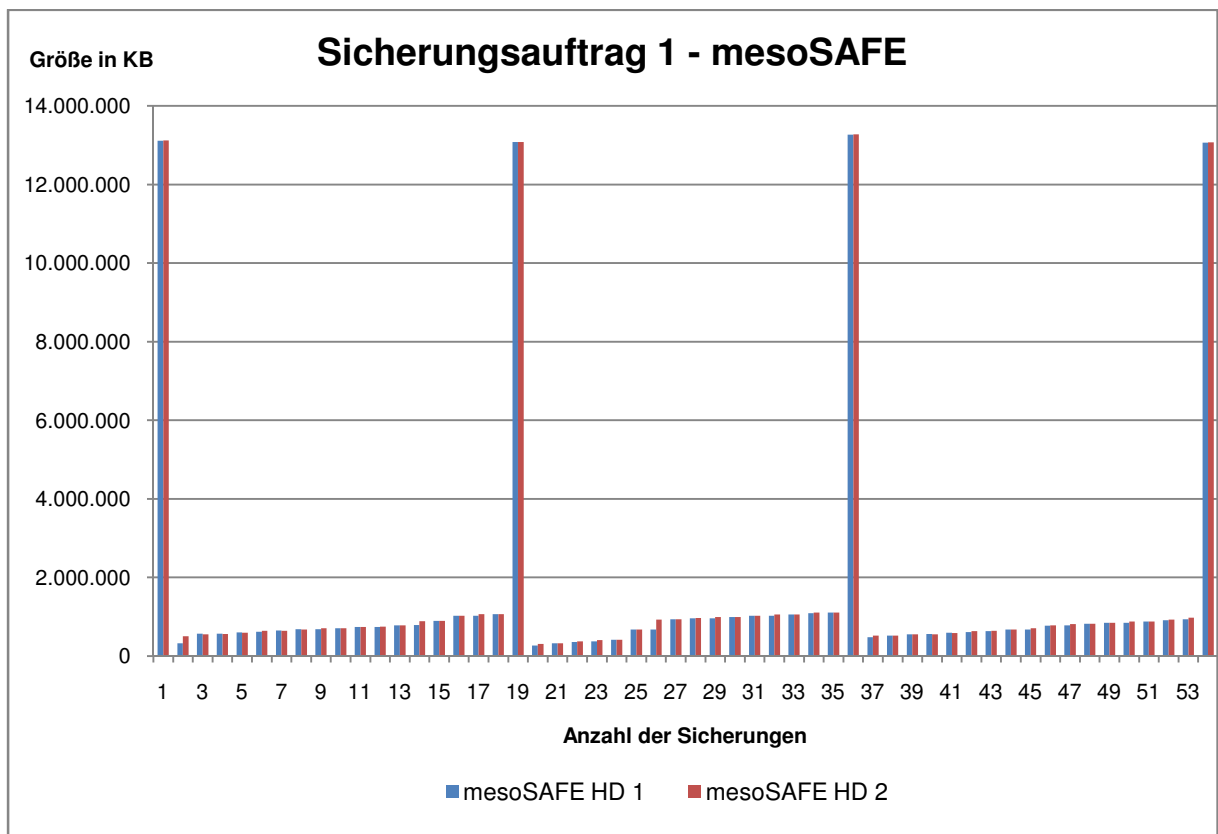


4. 4 Test und Auswertung der Blockstrategie an mesoSAFE Backup

Der Test der Blockstrategie in der mesoSAFE Backup-Software diente dazu, einige realistische Daten und Werte zu erstellen und zu sammeln. Anhand dieser Werte sollte eine Auswertung erfolgen. Als Testumgebung wurde ein Rechner mit zwei Partitionen genutzt. Die erste Partition (C) war die Systempartition und hatte eine Speicherkapazität von 19,5 GB. Davon waren ca. 18,2 GB belegt. Die zweite Partition (D) war eine reine Datenpartition und hatte eine Speicherkapazität von 17,7 GB. Davon waren ungefähr 5,5 GB belegt. Diese beiden Partitionen dienten als Sicherungsaufträge und wurden von mesoSAFE Backup 3-mal täglich automatisch gesichert. Dabei wurden jeweils 10:00 Uhr, 15:00 Uhr und 20:00 Uhr beide Partitionen nacheinander gesichert. Als Ziel der Datensicherung wurde mesoSAFE mit zwei Festplatten verwendet. Testzeitraum waren ca. fünf Wochen vom 28.09.2010 bis zum 02.11.2010. Demnach wurden über 36 Tage jeweils drei Sicherungen täglich, abwechselnd verteilt auf zwei Festplatten, durchgeführt. Damit entstanden 216 Sicherungen. Betrachtet wurden vor allem die Größenänderungen der einzelnen Sicherungen sowie die Menge der differenziellen und kompletten Sicherungen. Weiterhin wurde die unterschiedliche Anzahl von differenziellen zu kompletten Sicherungen verglichen.

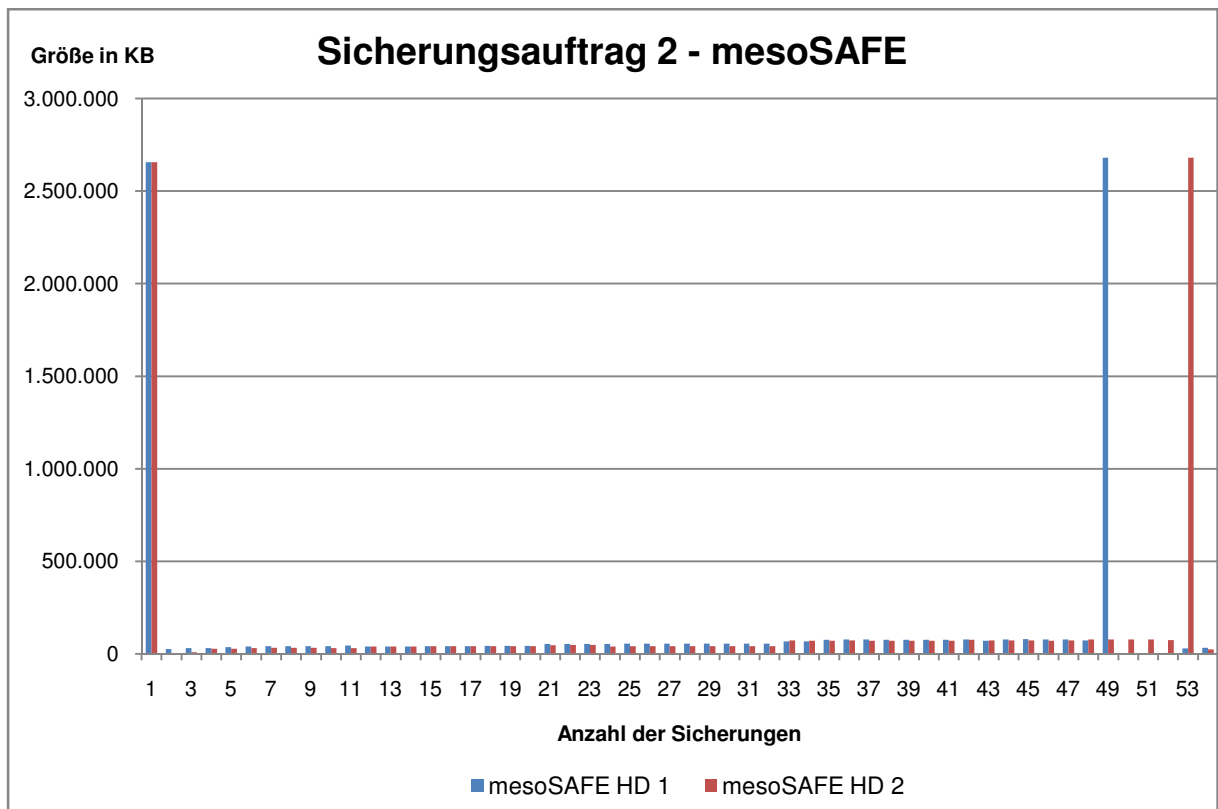
Der Auftrag 1 beinhaltete die Sicherung der Systempartition C. Dabei wurden 108 Sicherungen im genannten Zeitraum für diesen Auftrag ausgeführt, wobei jeweils die Hälfte auf die erste, die andere Hälfte auf die zweite, Festplatte von mesoSAFE gespeichert wurde (Sicherungsverlauf in Abb. 18 dargestellt). Im gesamten Testzeitraum wurden vier komplette und 50 differenzielle Sicherungen pro Festplatte durchgeführt. Der erste Block von differenziellen Sicherungen bestand aus 17 Datensätzen, der zweite aus 16 und der dritte wieder aus 17. Diese Aufteilung ließ sich für beide mesoSAFE Festplatten gleichermaßen erkennen. An Hand der unterschiedlichen Anzahl für die einzelnen Blöcke von differenziellen Sicherungen wird deutlich, dass die Blockstrategie sich an den Größen der Sicherungsdaten orientiert. Weiterhin konnte beobachtet werden, dass die differenziellen Sicherungen ständig anwuchsen. Da es im Testzeitraum keine Änderungen der Softwareeinstellungen und des Betriebssystems durch den Nutzer gab, sind die Größenänderungen der Sicherungsdaten auf automatische Updates zurückzuführen, welche im Hintergrund des Systems abliefen.

Abb. 18: Grafische Darstellung des Sicherungsverlaufs bei mesoSAFE Backup, Sicherungsauftrag 1
(Wertetabelle dazu im Anhang: Tab. 4 und Tab. 5)



Der Sicherungsauftrag 2 war für die Speicherung der Datenpartition D zuständig. Auch für diese Partition wurden im Testzeitraum 108 Sicherungen verteilt auf zwei Festplatten erstellt (Sicherungsverlauf in Abb. 19 dargestellt). Dabei wurden bei diesem Auftrag nur jeweils 2 komplette und 52 differenzielle Sicherungen für jede der beiden mesoSAFE Festplatten durchgeführt. An dieser Stelle muss die unterschiedliche Größe der Blöcke für die differenziellen Sicherungen betrachtet werden. Der Wechsellpunkt differierte zwischen den Daten der beiden mesoSAFE-Festplatten. So erfolgte bei der ersten Festplatte nach 48 differenziellen Sicherungen der Wechsel des Sicherungstyps, während bei der zweiten mesoSAFE Festplatte erst nach 52 differenziellen Sicherungen gewechselt wurde. Auch an dieser Stelle wurde wieder ersichtlich, dass sich die Blockstrategie an den Größen der Sicherungsdaten orientiert. Wird der Sicherungsauftrag 2 insgesamt betrachtet, so wird deutlich, dass die Änderungen der Größen der differenziellen Sicherungen sehr klein sind. Dieser Effekt kann damit erklärt werden, dass die Partition D eine reine Datenpartition war, auf der keine Programme installiert waren. Damit gab es auch keine Updates, die sich auf die Größe der Sicherungsdaten ausgewirkt hätten, wie es bei der Systempartition C der Fall war.

Abb. 19: Grafische Darstellung des Sicherungsverlaufs bei mesoSAFE Backup, Sicherungsauftrag 2
(Wertetabelle dazu im Anhang: Tab. 6 und Tab. 7)



Werden nun beide Sicherungsaufträge miteinander verglichen, ist klar zu erkennen, dass der Auftrag 1 wesentlich größere Datenänderungen vorwies, wodurch es dort eher zum Wechsel des Sicherungstyps kommt als bei Auftrag 2 und mehr komplette Sicherungen durchgeführt wurden. Dies ist auch an Hand der Testdaten gut erkennbar. Während bei Sicherungsauftrag 2 nur jeweils zwei komplette Sicherungen auf die mesoSAFE-Festplatten erfolgten, waren es bei Sicherungsauftrag 1 jeweils vier. Dieses Ergebnis zeigt einen weiteren Vorteil der Blockstrategie. Bei großen Datenänderungen wurden mehr komplette Sicherungen durchgeführt, da der Wechsellpunkt schneller erreicht wurde. Durch die Sicherungsdaten der 216 Sicherungen wurden die 320 GB großen Festplatten von mesoSAFE zu ca. 31% ausgelastet. Mit einer höheren Anzahl von kompletten Sicherungen ist der Rückbauprozess der Sicherungsdaten wesentlich einfacher. Weiterhin können die Daten länger archiviert werden. Bei diesen Voraussetzungen und ähnlichen Datenänderungen wäre also ein Datensicherungsvorgang von 2 Jahren möglich, ohne dass ein Rückbau der Sicherungsdaten erfolgen müsste.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Abschließend lässt sich zum Thema „Optimierung von Strategien zur Datensicherung“ sagen, dass es sinnvoll ist, für bestimmte, angepasste Bedürfnisse auch individuelle Lösungen zu entwickeln. So sind auch Optimierungsversuche mit nur kleinen Verbesserungen hinsichtlich der Nutzung des vorhandenen Speicherplatzes, wie die Nutzung einer Wechselstrategie bei Datensicherungen, schon sehr wichtig und gut. Gerade bei Betrachtung des Problems, dass inzwischen viel mehr Daten entstehen als Speicherplatz zur Verfügung gestellt werden kann, ist jede Optimierung notwendig. Ein weiteres verstärkendes Problem tritt durch die zunehmende Digitalisierung der Daten auf. So werden bestimmte Informationen und Daten heutzutage nur noch digital gespeichert und müssen aus diesem Grund besonders geschützt und gesichert werden. Damit gewinnt auch die Datensicherung immer mehr an Bedeutung. Ein Blick auf die Prognosen für das Datenwachstum in den nächsten 10 Jahren verrät, dass die Menge der jährlich entstehenden Informationen um den Faktor 44 steigen soll (Telekompresse; (06.05.2010)). Damit kann klar gesagt werden, dass eine Weiterentwicklung von Möglichkeiten zur optimalen speicherplatzsparenden Datenhaltung und Datensicherung unausweichlich ist. Speziell für die Anwendung der Blockstrategie bei Mehrfachdatenträgern, wie mesoSAFE, wäre ein Ansatz für die Weiterentwicklung in der Verteilung der Daten auf den verschiedenen Datenträgern zu finden.

Anhang

Abb. 20: Grafische Auswertung des ersten Versuchs der ersten Versuchsreihe mit mesoSAFE (6 HD)

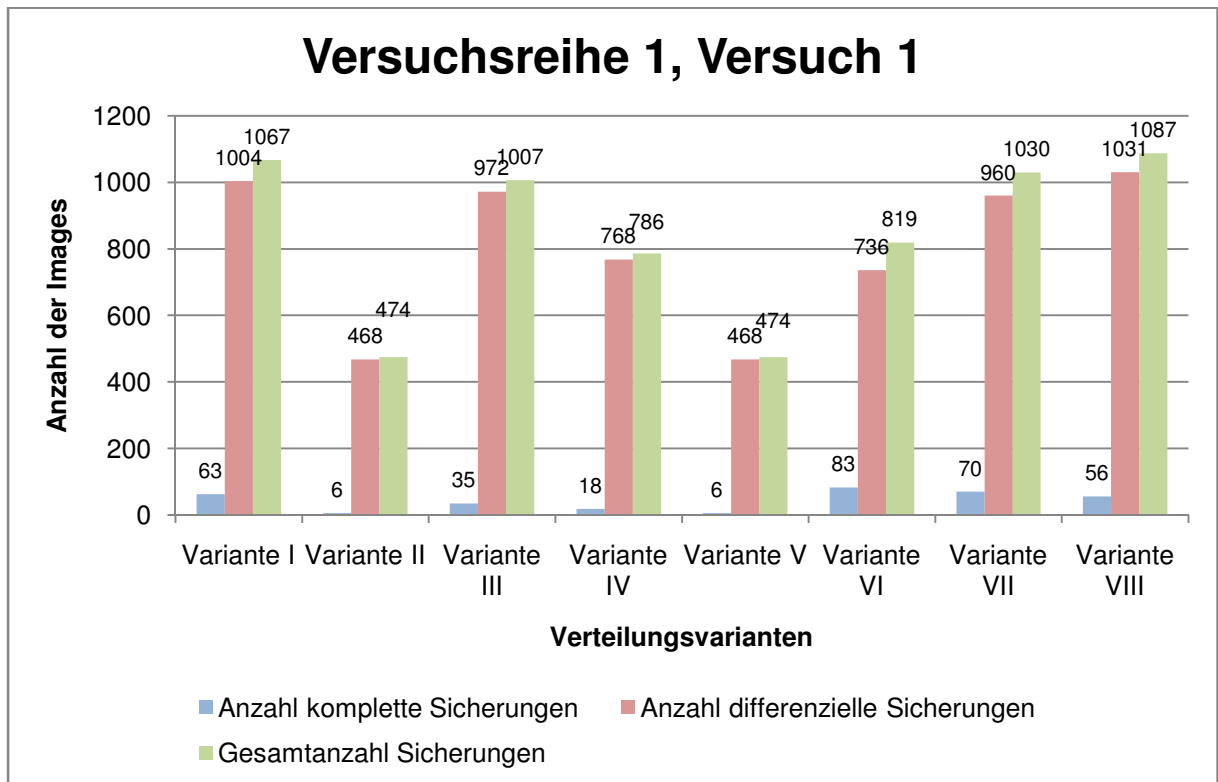


Abb. 21: Grafische Auswertung des zweiten Versuchs der ersten Versuchsreihe mit mesoSAFE (6 HD)

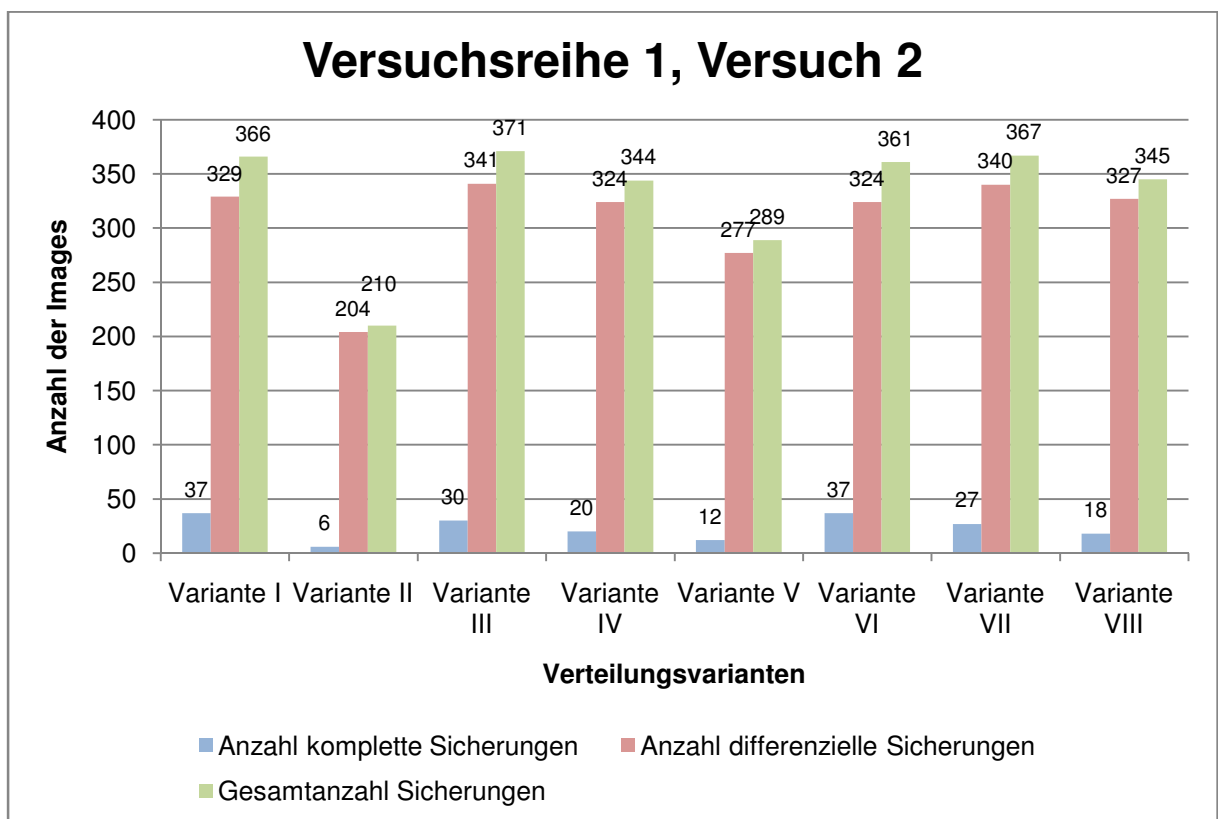


Abb. 22: Grafische Auswertung des ersten Versuchs der zweiten Versuchsreihe mit mesoSAFE (6 HD)

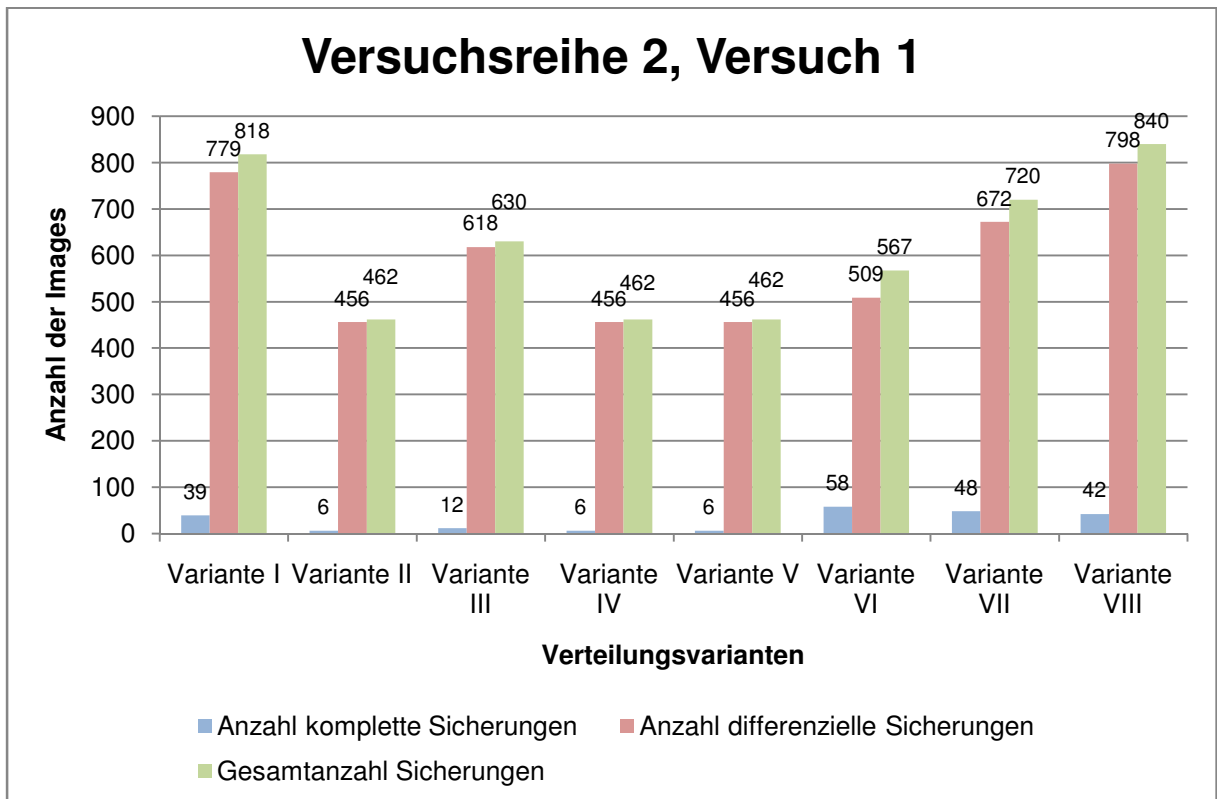


Abb. 23: Grafische Auswertung des zweiten Versuchs der zweiten Versuchsreihe mit mesoSAFE (6 HD)

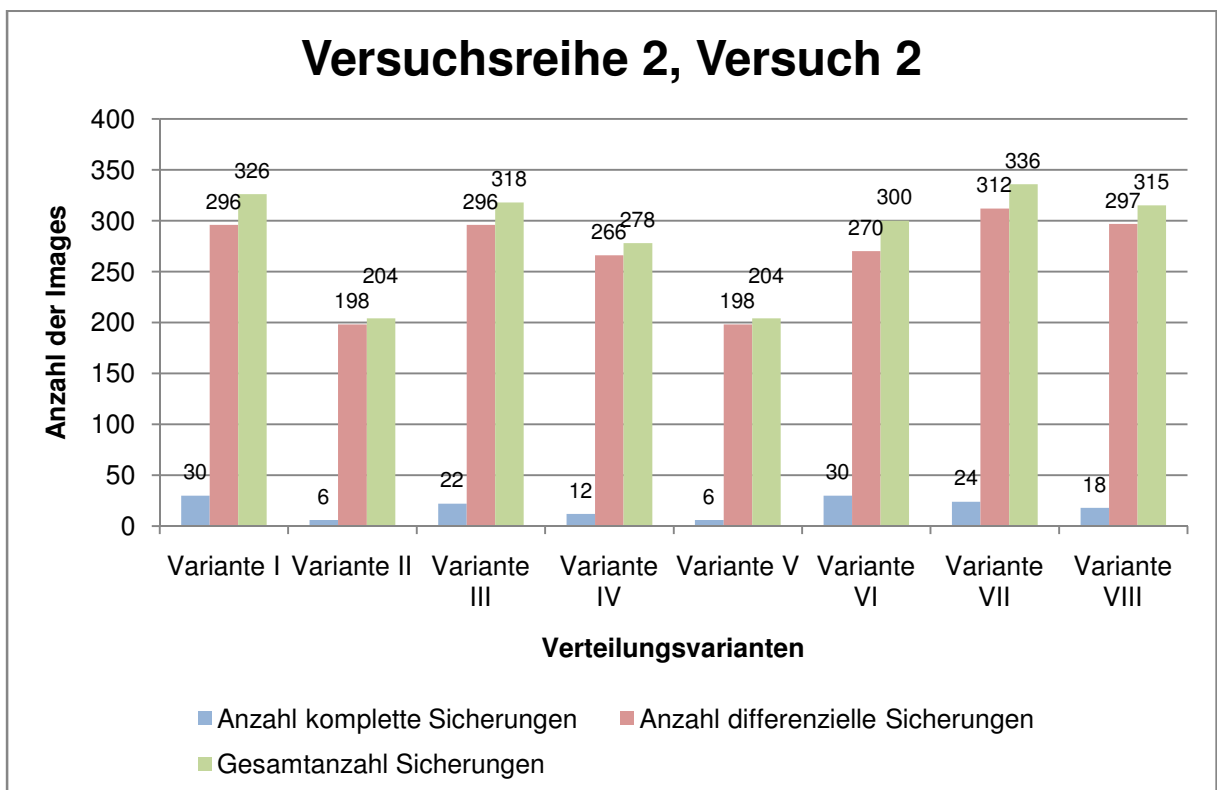


Abb. 24: Grafische Auswertung des ersten Versuchs der dritten Versuchsreihe mit mesoSAFE (6 HD)

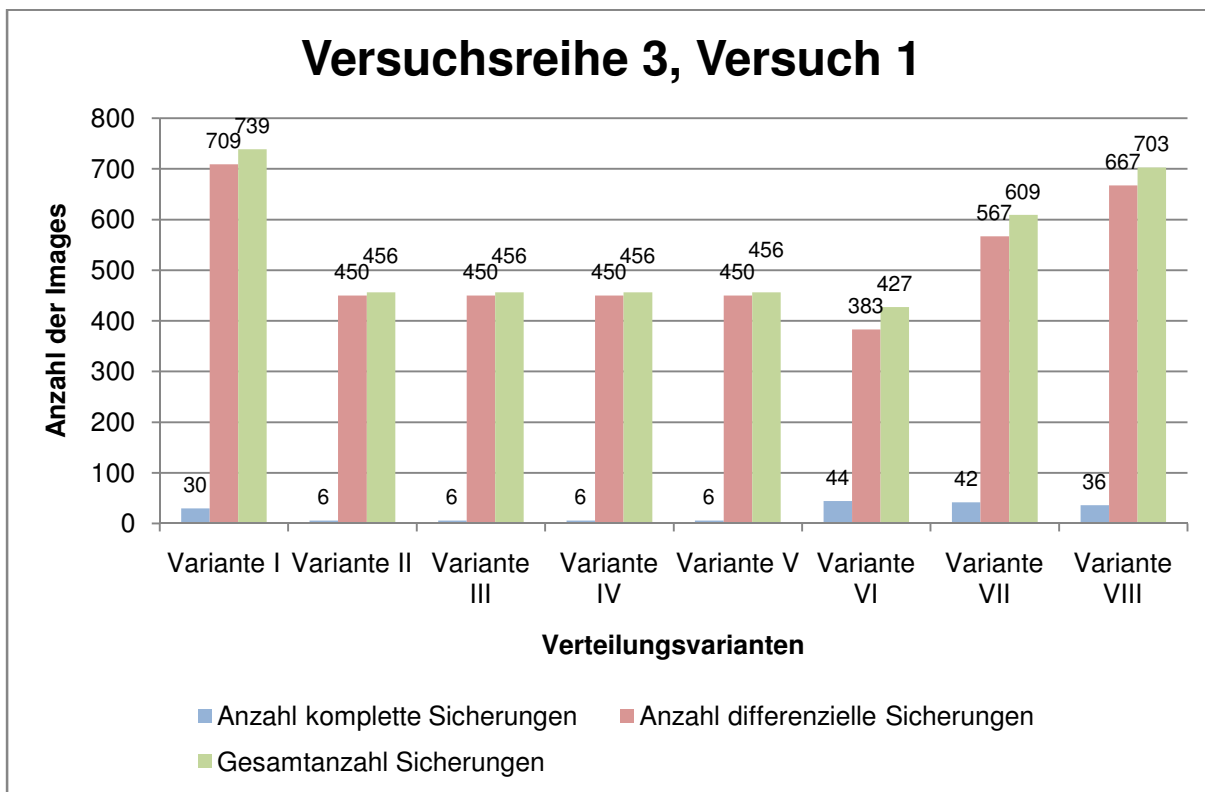


Abb. 25: Grafische Auswertung des zweiten Versuchs der dritten Versuchsreihe mit mesoSAFE (6 HD)

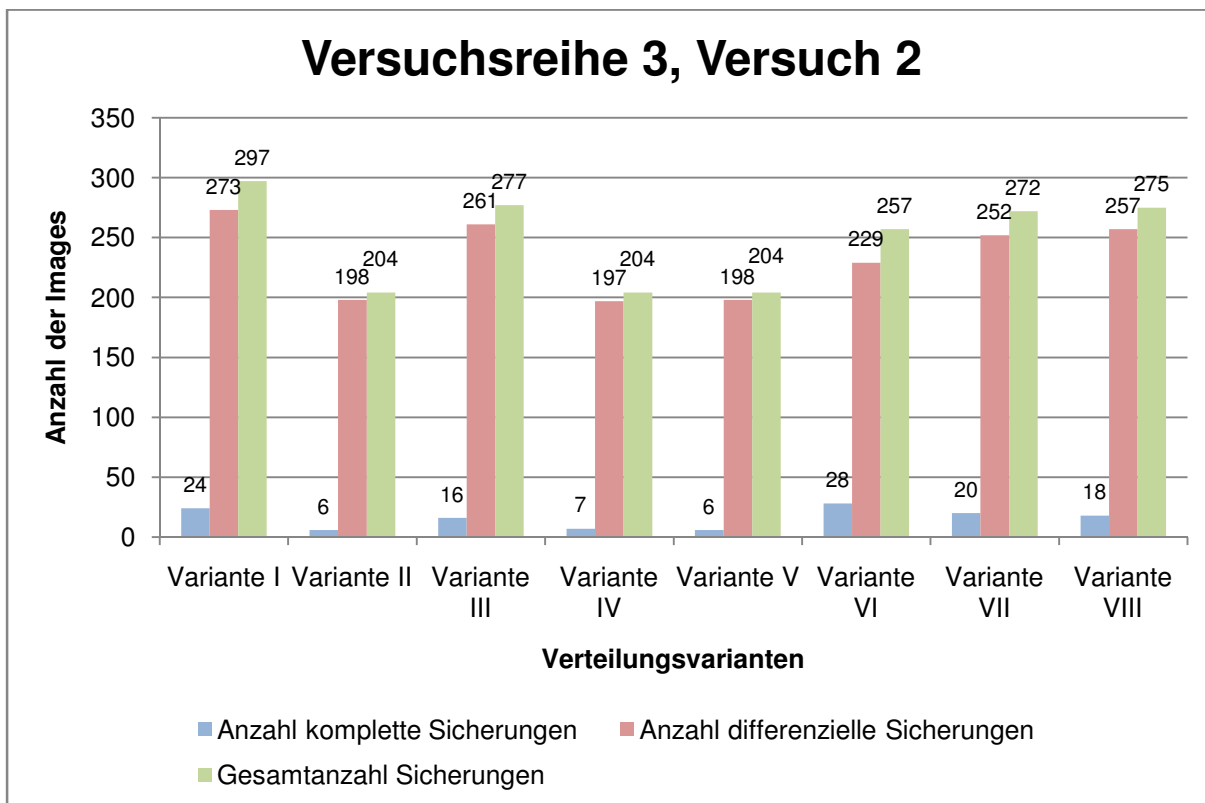


Abb. 26: Grafische Auswertung des ersten Versuchs der vierten Versuchsreihe mit mesoSAFE (6 HD)

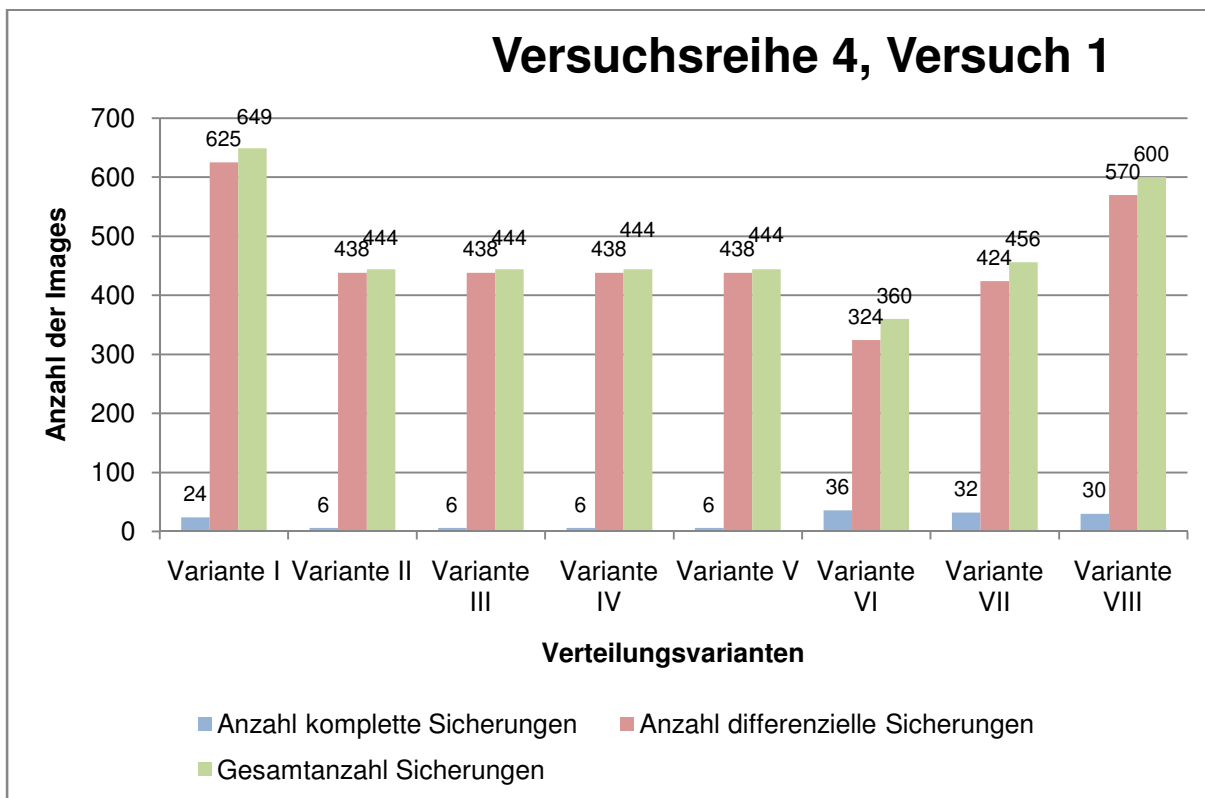


Abb. 27: Grafische Auswertung des zweiten Versuchs der vierten Versuchsreihe mit mesoSAFE (6 HD)

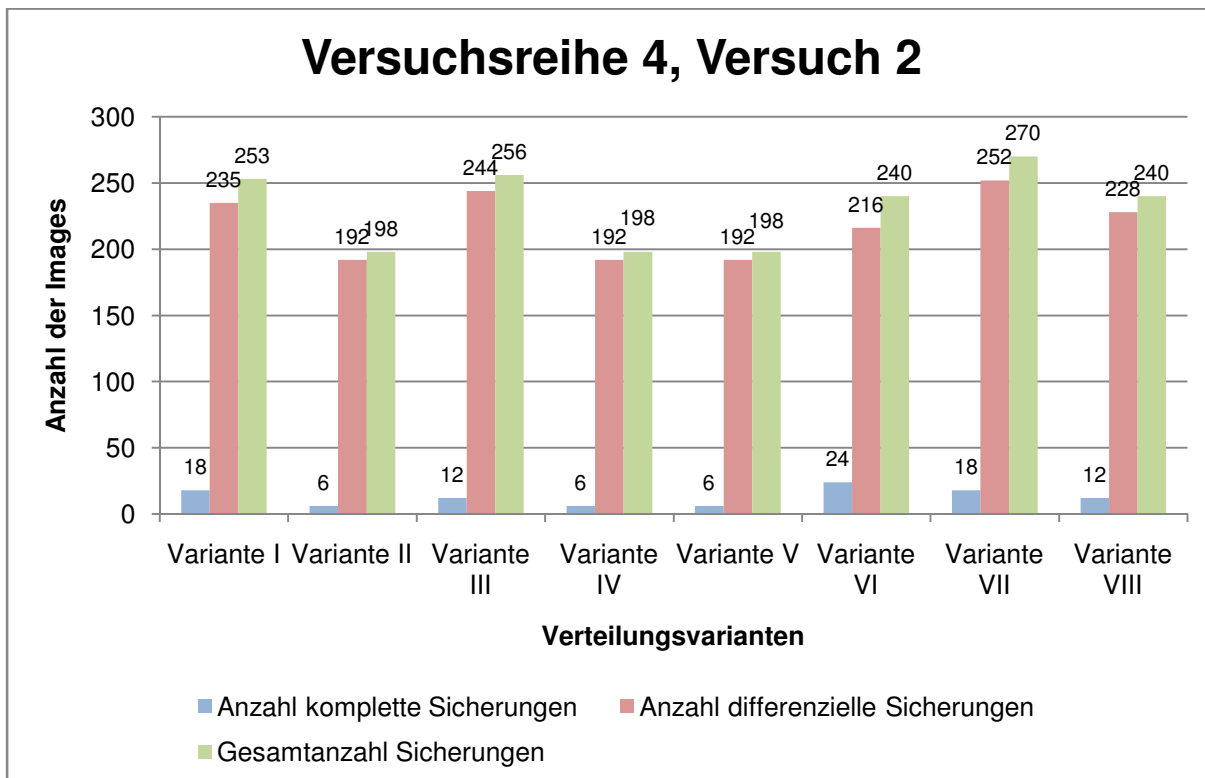


Abb. 28: Funktion zum Auswählen des Sicherungstyps nach Blockstrategie aus mesoSAFE Backup

```

int MSBAutoControl::chooseImageType(MSBJobData job)
{
    // --> Ermittlung des Imagetyps
    ULONGLONG sumdiffImage_T = job.sumDiffImage;
    ULONGLONG diffImageSize_T = job.diffImageSize;
    ULONGLONG fullImageSize_T = job.fullImageSize;
    ULONGLONG sumImage_T = job.sumImage;
    int imageType = -1;

    // --> erstes Image
    if(job.fullCounter == 0)
    {
        imageType = MAKE_IMAGE;
    }else
    {
        if((sumdiffImage_T + diffImageSize_T) >= fullImageSize_T)
        {
            if((sumImage_T + fullImageSize_T + job.reservedSize) >= (job.capacity-HD_BUFSIZE))
            {
                //--> Rückbau
                job.isFull = true;
                return MAKE_DECONSTRUCTION;
            }else
            {
                // --> Full Image
                imageType = MAKE_IMAGE;
                sumdiffImage_T = 0;
                job.sumDiffImage = 0;
            }
        }else
        {
            if((sumImage_T + diffImageSize_T + job.reservedSize) >= (job.capacity-HD_BUFSIZE))
            {
                //--> Rückbau
                job.isFull = true;
                return MAKE_DECONSTRUCTION;
            }else
            {
                // --> Diff Image
                imageType = MAKE_DIFF_IMAGE;
            }
        }
    }

    return imageType;
}

```

Tab. 4: Wertetabelle für Test der Blockstrategie mit mesoSAFE Backup, Sicherungsauftrag 1, mesoSAFE HD 1

| Sicherungsauftrag | Datum | Uhrzeit | Sicherungstyp | Größe in KB | mesoSAFE HD |
|---------------------|------------|----------|---------------|-------------|-------------|
| Sicherungsauftrag 1 | 28.09.2010 | 10:00:00 | komplett | 13.112.672 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 28.09.2010 | 20:00:00 | differenziell | 325.299 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 29.09.2010 | 15:00:00 | differenziell | 566.336 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 30.09.2010 | 10:00:00 | differenziell | 567.271 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 30.09.2010 | 20:00:00 | differenziell | 605.941 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 01.10.2010 | 15:00:00 | differenziell | 616.409 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 02.10.2010 | 10:00:00 | differenziell | 649.389 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 02.10.2010 | 20:00:00 | differenziell | 681.932 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 03.10.2010 | 15:00:00 | differenziell | 683.371 | HD 1 |

| | | | | | |
|---------------------|------------|----------|---------------|------------|------|
| Sicherungsauftrag 1 | 04.10.2010 | 10:00:00 | differenziell | 708.088 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 04.10.2010 | 20:00:00 | differenziell | 738.995 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 05.10.2010 | 15:00:00 | differenziell | 743.934 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 06.10.2010 | 10:00:00 | differenziell | 785.844 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 06.10.2010 | 20:00:00 | differenziell | 786.293 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 07.10.2010 | 15:00:00 | differenziell | 898.632 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 08.10.2010 | 10:00:00 | differenziell | 1.023.183 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 08.10.2010 | 20:00:00 | differenziell | 1.025.174 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 09.10.2010 | 15:00:00 | differenziell | 1.067.085 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 10.10.2010 | 10:00:00 | komplett | 13.076.140 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 10.10.2010 | 20:00:00 | differenziell | 271.967 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 11.10.2010 | 15:00:00 | differenziell | 325.307 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 12.10.2010 | 10:00:00 | differenziell | 357.663 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 12.10.2010 | 20:00:00 | differenziell | 374.216 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 13.10.2010 | 15:00:00 | differenziell | 413.618 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 14.10.2010 | 10:00:00 | differenziell | 673.078 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 14.10.2010 | 20:00:00 | differenziell | 679.167 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 15.10.2010 | 15:00:00 | differenziell | 934.786 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 16.10.2010 | 10:00:00 | differenziell | 964.859 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 16.10.2010 | 20:00:00 | differenziell | 964.610 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 17.10.2010 | 15:00:00 | differenziell | 996.696 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 18.10.2010 | 10:00:00 | differenziell | 1.024.715 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 18.10.2010 | 20:00:00 | differenziell | 1.026.565 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 19.10.2010 | 15:00:00 | differenziell | 1.062.264 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 20.10.2010 | 10:00:00 | differenziell | 1.091.567 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 20.10.2010 | 20:00:00 | differenziell | 1.110.148 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 21.10.2010 | 15:00:00 | komplett | 13.270.855 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 22.10.2010 | 10:00:00 | differenziell | 477.264 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 22.10.2010 | 20:00:00 | differenziell | 525.116 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 23.10.2010 | 15:00:00 | differenziell | 557.284 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 24.10.2010 | 10:00:00 | differenziell | 560.256 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 24.10.2010 | 20:00:00 | differenziell | 591.764 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 25.10.2010 | 15:00:00 | differenziell | 607.952 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 26.10.2010 | 10:00:00 | differenziell | 634.572 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 26.10.2010 | 20:00:00 | differenziell | 673.956 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 27.10.2010 | 15:00:00 | differenziell | 676.308 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 28.10.2010 | 10:00:00 | differenziell | 771.248 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 28.10.2010 | 20:00:00 | differenziell | 785.284 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 29.10.2010 | 15:00:00 | differenziell | 819.188 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 30.10.2010 | 10:00:00 | differenziell | 849.172 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 30.10.2010 | 20:00:00 | differenziell | 850.424 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 31.10.2010 | 15:00:00 | differenziell | 880.528 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 01.11.2010 | 10:00:00 | differenziell | 912.644 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 01.11.2010 | 20:00:00 | differenziell | 936.216 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 1 | 02.11.2010 | 15:00:00 | komplett | 13.064.847 | HD 1 |

Tab. 5: Wertetabelle für Test der Blockstrategie mit mesoSAFE Backup, Sicherungsauftrag 2, mesoSAFE HD 1

| Sicherungsauftrag | Datum | Uhrzeit | Sicherungstyp | Größe in KB | mesoSAFE HD |
|--------------------------|--------------|----------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| Sicherungsauftrag 2 | 28.09.2010 | 10:21:00 | komplett | 2.655.452 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 28.09.2010 | 20:07:00 | differenziell | 25.143 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 29.09.2010 | 15:08:00 | differenziell | 30.515 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 30.09.2010 | 10:07:00 | differenziell | 30.878 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 30.09.2010 | 20:07:00 | differenziell | 35.665 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 01.10.2010 | 15:07:00 | differenziell | 38.962 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 02.10.2010 | 10:10:00 | differenziell | 39.641 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 02.10.2010 | 20:09:00 | differenziell | 40.065 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 03.10.2010 | 15:11:00 | differenziell | 40.588 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 04.10.2010 | 10:08:00 | differenziell | 41.185 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 04.10.2010 | 20:08:00 | differenziell | 43.567 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 05.10.2010 | 15:07:00 | differenziell | 39.305 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 06.10.2010 | 10:07:00 | differenziell | 39.441 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 06.10.2010 | 20:07:00 | differenziell | 39.451 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 07.10.2010 | 15:08:00 | differenziell | 40.099 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 08.10.2010 | 10:08:00 | differenziell | 40.850 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 08.10.2010 | 20:08:00 | differenziell | 41.151 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 09.10.2010 | 15:08:00 | differenziell | 41.308 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 10.10.2010 | 10:22:00 | differenziell | 41.357 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 10.10.2010 | 20:07:00 | differenziell | 41.385 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 11.10.2010 | 15:08:00 | differenziell | 51.872 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 12.10.2010 | 10:07:00 | differenziell | 52.779 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 12.10.2010 | 20:07:00 | differenziell | 52.607 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 13.10.2010 | 15:07:00 | differenziell | 53.279 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 14.10.2010 | 10:07:00 | differenziell | 53.826 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 14.10.2010 | 20:08:00 | differenziell | 53.397 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 15.10.2010 | 15:07:00 | differenziell | 53.954 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 16.10.2010 | 10:07:00 | differenziell | 54.004 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 16.10.2010 | 20:07:00 | differenziell | 54.002 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 17.10.2010 | 15:08:00 | differenziell | 53.999 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 18.10.2010 | 10:08:00 | differenziell | 54.484 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 18.10.2010 | 20:08:00 | differenziell | 54.426 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 19.10.2010 | 15:07:00 | differenziell | 67.007 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 20.10.2010 | 10:09:00 | differenziell | 67.203 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 20.10.2010 | 20:07:00 | differenziell | 75.092 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 21.10.2010 | 15:24:00 | differenziell | 76.844 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 22.10.2010 | 10:08:00 | differenziell | 76.880 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 22.10.2010 | 20:07:00 | differenziell | 74.888 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 23.10.2010 | 15:08:00 | differenziell | 74.864 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 24.10.2010 | 10:07:00 | differenziell | 74.848 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 24.10.2010 | 20:07:00 | differenziell | 74.840 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 25.10.2010 | 15:07:00 | differenziell | 76.668 | HD 1 |

| | | | | | |
|---------------------|------------|----------|---------------|-----------|------|
| Sicherungsauftrag 2 | 26.10.2010 | 10:08:00 | differenziell | 70.592 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 26.10.2010 | 20:09:00 | differenziell | 77.452 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 27.10.2010 | 15:09:00 | differenziell | 77.928 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 28.10.2010 | 10:08:00 | differenziell | 77.412 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 28.10.2010 | 20:09:00 | differenziell | 76.340 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 29.10.2010 | 15:08:00 | differenziell | 72.232 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 30.10.2010 | 10:07:00 | komplett | 2.680.569 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 30.10.2010 | 20:08:00 | differenziell | 636 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 31.10.2010 | 15:08:00 | differenziell | 1.084 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 01.11.2010 | 10:09:00 | differenziell | 4.664 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 01.11.2010 | 20:08:00 | differenziell | 28.352 | HD 1 |
| Sicherungsauftrag 2 | 02.11.2010 | 15:22:00 | differenziell | 32.176 | HD 1 |

Tab. 6: Wertetabelle für Test der Blockstrategie mit mesoSAFE Backup, Sicherungsauftrag 1, mesoSAFE HD 2

| Sicherungsauftrag | Datum | Uhrzeit | Sicherungstyp | Größe in KB | mesoSAFE HD |
|--------------------------|--------------|----------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| Sicherungsauftrag 1 | 28.09.2010 | 15:00:00 | komplett | 13.116.967 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 29.09.2010 | 10:00:00 | differenziell | 502.034 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 29.09.2010 | 20:00:00 | differenziell | 552.955 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 30.09.2010 | 15:00:00 | differenziell | 561.515 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 01.10.2010 | 10:00:00 | differenziell | 591.723 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 01.10.2010 | 20:00:00 | differenziell | 643.017 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 02.10.2010 | 15:00:00 | differenziell | 646.391 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 03.10.2010 | 10:00:00 | differenziell | 679.669 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 03.10.2010 | 20:00:00 | differenziell | 707.645 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 04.10.2010 | 15:00:00 | differenziell | 706.930 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 05.10.2010 | 10:02:00 | differenziell | 738.525 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 05.10.2010 | 20:00:00 | differenziell | 745.642 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 06.10.2010 | 15:00:00 | differenziell | 784.703 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 07.10.2010 | 10:00:00 | differenziell | 888.183 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 07.10.2010 | 20:00:00 | differenziell | 897.688 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 08.10.2010 | 15:00:00 | differenziell | 1.024.222 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 09.10.2010 | 10:00:00 | differenziell | 1.065.857 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 09.10.2010 | 20:00:00 | differenziell | 1.067.040 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 10.10.2010 | 15:00:00 | komplett | 13.075.758 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 11.10.2010 | 10:00:00 | differenziell | 306.473 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 11.10.2010 | 20:00:00 | differenziell | 325.718 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 12.10.2010 | 15:00:00 | differenziell | 375.250 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 13.10.2010 | 10:00:00 | differenziell | 406.268 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 13.10.2010 | 20:00:00 | differenziell | 414.454 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 14.10.2010 | 15:00:00 | differenziell | 678.765 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 15.10.2010 | 10:00:00 | differenziell | 927.627 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 15.10.2010 | 20:00:00 | differenziell | 932.675 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 16.10.2010 | 15:00:00 | differenziell | 965.257 | HD 2 |

| | | | | | |
|---------------------|------------|----------|---------------|------------|------|
| Sicherungsauftrag 1 | 17.10.2010 | 10:00:00 | differenziell | 996.739 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 17.10.2010 | 20:00:00 | differenziell | 995.994 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 18.10.2010 | 15:00:00 | differenziell | 1.024.337 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 19.10.2010 | 10:00:00 | differenziell | 1.059.928 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 19.10.2010 | 20:00:00 | differenziell | 1.060.885 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 20.10.2010 | 15:00:00 | differenziell | 1.110.660 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 21.10.2010 | 10:00:00 | differenziell | 1.108.992 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 21.10.2010 | 20:00:00 | komplett | 13.271.302 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 22.10.2010 | 15:00:00 | differenziell | 520.544 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 23.10.2010 | 10:00:00 | differenziell | 520.280 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 23.10.2010 | 20:00:00 | differenziell | 551.924 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 24.10.2010 | 15:00:00 | differenziell | 555.388 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 25.10.2010 | 10:00:00 | differenziell | 586.424 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 25.10.2010 | 20:00:00 | differenziell | 637.752 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 26.10.2010 | 15:00:00 | differenziell | 643.700 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 27.10.2010 | 10:00:00 | differenziell | 675.716 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 27.10.2010 | 20:00:00 | differenziell | 707.268 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 28.10.2010 | 15:00:00 | differenziell | 782.348 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 29.10.2010 | 10:00:00 | differenziell | 817.708 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 29.10.2010 | 20:00:00 | differenziell | 819.416 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 30.10.2010 | 15:00:00 | differenziell | 850.676 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 31.10.2010 | 10:00:00 | differenziell | 881.268 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 31.10.2010 | 20:00:00 | differenziell | 882.424 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 01.11.2010 | 15:00:00 | differenziell | 932.248 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 02.11.2010 | 10:00:00 | differenziell | 979.732 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 1 | 02.11.2010 | 20:00:00 | komplett | 13.067.497 | HD 2 |

Tab. 7: Wertetabelle für Test der Blockstrategie mit mesoSAFE Backup, Sicherungsauftrag 2, mesoSAFE HD 2

| Sicherungsauftrag | Datum | Uhrzeit | Imagetyp | Größe in KB | mesoSAFE HD |
|--------------------------|--------------|----------------|-----------------|--------------------|--------------------|
| Sicherungsauftrag 2 | 28.09.2010 | 15:24:00 | komplett | 2.656.383 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 29.09.2010 | 10:07:00 | differenziell | 1.337 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 29.09.2010 | 20:07:00 | differenziell | 8.012 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 30.09.2010 | 15:07:00 | differenziell | 26.893 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 01.10.2010 | 10:08:00 | differenziell | 27.629 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 01.10.2010 | 20:08:00 | differenziell | 31.044 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 02.10.2010 | 15:11:00 | differenziell | 31.657 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 03.10.2010 | 10:09:00 | differenziell | 32.252 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 03.10.2010 | 20:11:00 | differenziell | 32.627 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 04.10.2010 | 15:07:00 | differenziell | 29.936 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 05.10.2010 | 10:10:00 | differenziell | 31.107 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 05.10.2010 | 20:07:00 | differenziell | 39.667 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 06.10.2010 | 15:07:00 | differenziell | 39.781 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 07.10.2010 | 10:07:00 | differenziell | 39.755 | HD 2 |

| | | | | | |
|---------------------|------------|----------|---------------|-----------|------|
| Sicherungsauftrag 2 | 07.10.2010 | 20:08:00 | differenziell | 40.514 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 08.10.2010 | 15:07:00 | differenziell | 41.505 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 09.10.2010 | 10:07:00 | differenziell | 41.639 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 09.10.2010 | 20:08:00 | differenziell | 41.675 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 10.10.2010 | 15:24:00 | differenziell | 41.730 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 11.10.2010 | 10:07:00 | differenziell | 41.772 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 11.10.2010 | 20:07:00 | differenziell | 47.077 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 12.10.2010 | 15:07:00 | differenziell | 47.810 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 13.10.2010 | 10:07:00 | differenziell | 48.058 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 13.10.2010 | 20:07:00 | differenziell | 40.108 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 14.10.2010 | 15:07:00 | differenziell | 40.249 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 15.10.2010 | 10:08:00 | differenziell | 40.807 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 15.10.2010 | 20:07:00 | differenziell | 40.781 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 16.10.2010 | 15:07:00 | differenziell | 40.837 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 17.10.2010 | 10:07:00 | differenziell | 40.836 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 17.10.2010 | 20:07:00 | differenziell | 40.824 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 18.10.2010 | 15:07:00 | differenziell | 41.292 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 19.10.2010 | 10:08:00 | differenziell | 41.358 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 19.10.2010 | 20:07:00 | differenziell | 71.595 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 20.10.2010 | 15:09:00 | differenziell | 70.088 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 21.10.2010 | 10:08:00 | differenziell | 70.148 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 21.10.2010 | 20:26:00 | differenziell | 71.848 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 22.10.2010 | 15:08:00 | differenziell | 70.088 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 23.10.2010 | 10:07:00 | differenziell | 70.076 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 23.10.2010 | 20:07:00 | differenziell | 70.060 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 24.10.2010 | 15:08:00 | differenziell | 70.032 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 25.10.2010 | 10:07:00 | differenziell | 70.032 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 25.10.2010 | 20:08:00 | differenziell | 75.228 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 26.10.2010 | 15:08:00 | differenziell | 71.904 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 27.10.2010 | 10:08:00 | differenziell | 72.636 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 28.10.2010 | 20:08:00 | differenziell | 72.744 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 28.10.2010 | 15:08:00 | differenziell | 71.176 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 29.10.2010 | 10:09:00 | differenziell | 71.768 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 30.10.2010 | 20:07:00 | differenziell | 77.400 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 30.10.2010 | 15:07:00 | differenziell | 77.508 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 31.10.2010 | 10:08:00 | differenziell | 77.508 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 31.10.2010 | 20:08:00 | differenziell | 77.528 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 01.11.2010 | 15:08:00 | differenziell | 74.404 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 02.11.2010 | 10:08:00 | komplett | 2.680.438 | HD 2 |
| Sicherungsauftrag 2 | 02.11.2010 | 20:24:00 | differenziell | 23.536 | HD 2 |

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Abb. 1: | Grafische Darstellung der 1 zu 1 Sicherung (angelehnt an Baumann, Andreas; (a)) | S. 7 |
| Abb. 2: | Grafische Darstellung der inkrementellen Sicherung (angelehnt an Baumann, Andreas; (a)) | S. 8 |
| Abb. 3: | Grafische Darstellung der differenziellen Sicherung (angelehnt an Baumann, Andreas; (a)) | S. 10 |
| Abb. 4: | Grafische Darstellung der Blockstrategie für die differenzielle Sicherung | S. 19 |
| Abb. 5: | Grafische Darstellung der Blockstrategie für die inkrementelle Sicherung | S. 20 |
| Abb. 6: | Grafische Darstellung der Sicherung ohne Wechselstrategie | S. 22 |
| Abb. 7: | Grafische Darstellung der Verhältnis-Wechselstrategie am Beispiel von 25% | S. 23 |
| Abb. 8: | Grafische Darstellung der zeitlichen Wechselstrategie am Beispiel vom Wert 10 | S. 24 |
| Abb. 9: | Grafische Auswertung des ersten Versuchs der ersten Versuchsreihe | S. 28 |
| Abb. 10: | Grafische Auswertung des zweiten Versuchs der ersten Versuchsreihe | S. 29 |
| Abb. 11: | Grafische Auswertung des ersten Versuchs der zweiten Versuchsreihe | S. 30 |
| Abb. 12: | Grafische Auswertung des zweiten Versuchs der zweiten Versuchsreihe | S. 31 |
| Abb. 13: | Grafische Auswertung des ersten Versuchs der dritten Versuchsreihe | S. 32 |
| Abb. 14: | Grafische Auswertung des zweiten Versuchs der dritten Versuchsreihe | S. 33 |
| Abb. 15: | Grafische Auswertung des ersten Versuchs der vierten Versuchsreihe | S. 35 |
| Abb. 16: | Grafische Auswertung des zweiten Versuchs der vierten Versuchsreihe | S. 36 |
| Abb. 17: | Grafische Darstellung des Ablaufs der Blockstrategie | S. 43 |
| Abb. 18: | Grafische Darstellung des Sicherungsverlaufs bei mesoSAFE Backup, Sicherungsauftrag 1 | S. 45 |
| Abb. 19: | Grafische Darstellung des Sicherungsverlaufs bei mesoSAFE Backup, Sicherungsauftrag 2 | S. 46 |

| | | | |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|
| Abb. 20: | Grafische Auswertung des ersten Versuchs der ersten Versuchsreihe mit mesoSAFE (6 HD) | S. | I |
| Abb. 21: | Grafische Auswertung des zweiten Versuchs der ersten Versuchsreihe mit mesoSAFE (6 HD) | S. | I |
| Abb. 22: | Grafische Auswertung des ersten Versuchs der zweiten Versuchsreihe mit mesoSAFE (6 HD) | S. | II |
| Abb. 23: | Grafische Auswertung des zweiten Versuchs der zweiten Versuchsreihe mit mesoSAFE (6 HD) | S. | II |
| Abb. 24: | Grafische Auswertung des ersten Versuchs der dritten Versuchsreihe mit mesoSAFE (6 HD) | S. | III |
| Abb. 25: | Grafische Auswertung des zweiten Versuchs der dritten Versuchsreihe mit mesoSAFE (6 HD) | S. | III |
| Abb. 26: | Grafische Auswertung des ersten Versuchs der vierten Versuchsreihe mit mesoSAFE (6 HD) | S. | IV |
| Abb. 27: | Grafische Auswertung des zweiten Versuchs der vierten Versuchsreihe mit mesoSAFE (6 HD) | S. | IV |
| Abb. 28: | Funktion zum Auswählen des Sicherungstyps nach Blockstrategie aus mesoSAFE Backup | S. | V |

Tabellenverzeichnis

| | | |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Tab. 1: | Übersicht zu gegebene Voraussetzungen (Kapitel 3.1) bei verschiedenen Backupprogrammen | S. 17 |
| Tab. 2: | Werte der Versuchsparameter für 4 Versuchsreihen | S. 26 |
| Tab. 3: | Bezeichnung und Beschreibung der Versuchsstrategien | S. 27 |
| Tab. 4: | Wertetabelle für Test der Blockstrategie mit mesoSAFE Backup, Sicherungsauftrag 1, mesoSAFE HD 1 | S. V |
| Tab. 5: | Wertetabelle für Test der Blockstrategie mit mesoSAFE Backup, Sicherungsauftrag 2, mesoSAFE HD 1 | S. VII |
| Tab. 6: | Wertetabelle für Test der Blockstrategie mit mesoSAFE Backup, Sicherungsauftrag 1, mesoSAFE HD 2 | S. VIII |
| Tab. 7: | Wertetabelle für Test der Blockstrategie mit mesoSAFE Backup, Sicherungsauftrag 2, mesoSAFE HD 2 | S. IX |

Quellenverzeichnis

- Acronis: True Image Home 2011, Handbuch.
URL: <http://s4u.download.acronis.com/sl/Yv%29%28WUjQTL2rlS4jZIFrqQHyl6XmP914TBTUY1gbWo/p/pdf/ATIH2011_userguide_de-DE.pdf>;
eingesehen am 12.09.2010
- Apple: Time Machine.
URL: <<http://www.apple.com/de/macrosx/what-is-macosx/time-machine.html>>;
eingesehen am 13.09.2010
- Backup4all Professional: User-Manual.
URL: <<http://www.backup4all.com/download/pdf/Backup4all-Professional-User-Manual.pdf>>;
eingesehen am 11.09.2010
- Baumann, Andreas; (a): Backup-Medium, Backup Strategien.
URL: <<http://www.backup-medium.de/dbackstrat.html>>;
eingesehen am 30.08.2010
- Baumann, Andreas; (b): Backup-Medium, Backup Methoden.
URL: <<http://www.backup-medium.de/datensicherung.html>>;
eingesehen am 30.08.2010
- Daniel, Sun; (02.07.2003); (a): Computerlexikon, differenzielles Backup.
URL: <<http://www.computerlexikon.com/definition-differenzielles-backup?highlight=backup>>;
eingesehen am 26.08.2010
- Daniel, Sun; (02.07.2003); (b): Computerlexikon, inkrementelles Backup.
URL: <<http://www.computerlexikon.com/begriff-inkrementelles-backup?highlight=backup>>;
eingesehen am 26.08.2010

- ITWissen; (a): Bandlaufwerke.
URL: <<http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Bandlaufwerk-streamer.html>>;
eingesehen am 02.09.2010
- ITWissen; (b): DAS.
URL: <<http://www.itwissen.info/definition/lexikon/direct-attached-storage-DAS.html>>
Eingesehen am 04.09.2010
- ITWissen; (c): Festplattenlaufwerk.
URL: <<http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Festplatten-Laufwerk-HDD-hard-disk-drive.html>>
Eingesehen am 01.09.2010
- ITWissen; (d): NAS.
URL: <<http://www.itwissen.info/definition/lexikon/network-attached-storage-NAS.html>>
Eingesehen am 04.09.2010
- ITWissen; (e): RAID-System.
URL: <<http://www.itwissen.info/definition/lexikon/redundant-array-of-inexpensive-disks-RAID-RAID-System.html>>;
eingesehen am 02.09.2010
- ITWissen; (f): SAN.
URL: <<http://www.itwissen.info/definition/lexikon/SAN-Architektur-SAN-architecture.html>>;
eingesehen am 04.09.2010
- LA-Hacibilal; (04.07.2003): Computerlexikon, Backup.
URL: <<http://www.computerlexikon.com/begriff-backup,-backup?highlight=backup>>;
eingesehen am 26.08.2010

- Louis, Dirk; (2008): Visual C++ 2008: Das umfassende Handbuch für Programmierer – München: Markt + Technik Verlag.
- Meso; mesoSAFE, Datenblatt.
URL: <http://www.sonowin.de/Download/MesoSafe_de_web.pdf>
Eingesehen am 27.08.2010
- proDatenrettung; (a): Datenrettung Lexikon, Backup auch Datensicherung oder Sicherungskopie.
URL: <<http://www.pro-datenrettung.net/lexikon/backup-datensicherung.html>>;
eingesehen am 25.08.2010
- proDatenrettung; (b): Datenrettung Lexikon, Backupstrategien.
URL: <<http://www.pro-datenrettung.net/lexikon/backup-datensicherung.html>>;
eingesehen am 25.08.2010
- Symantec: Symantec Backup Exec für Windows Server.
URL: <<http://www.symantec.com/de/de/business/backup-exec-for-windows-servers>>;
eingesehen am 10.09.2010
- Telekompresse; (06.05.2010): Unaufhaltsames Datenwachstum.
URL: <http://www.telekom-presse.at/Unaufhaltsames_Datenwachstum.id.12610.htm>;
eingesehen am 07.09.2010
- Version Backup: Hinweise zu Backups.
URL: <<http://www.versionbackup.de/backup-verfahren.html>>;
eingesehen am 12.09.2010
- Wikipedia; (a): Bandlaufwerke.
URL: <<http://de.wikipedia.org/wiki/Bandlaufwerke>>;
eingesehen am 03.09.2010

- Wikipedia; (b): Datensicherung.
URL: <<http://de.wikipedia.org/wiki/Datensicherung>>;
eingesehen am 20.08.2010
- Wikipedia; (c): Festplattenlaufwerk.
URL: <<http://de.wikipedia.org/wiki/Festplatte>>;
eingesehen am 01.09.2010
- Wikipedia; (d): Flash-Speicher.
URL: <<http://de.wikipedia.org/wiki/Flashspeicher>>;
eingesehen am 03.09.2010
- Wikipedia; (e): RAID.
URL: <<http://de.wikipedia.org/wiki/RAID>>;
eingesehen am 02.09.2010
- Z-DBackup: Die optimale Sicherungsstrategie.
URL: <<http://www.z-dbackup.de/dbackstrat.html>>;
eingesehen am 10.09.2010

Selbstständigkeitserklärung

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Mittweida, 23.11.2010

Ort, Datum

Unterschrift